

Phyl. 176 =

UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DIE
LEBERMOOSE

VON
DR. HUBERT LEITGEB
PROFESSOR DER BOTANIK IN GRAZ

UNTER
MITWIRKUNG VON **M. WALDNER**, ASSISTENTEN AM
BOTANISCHEN INSTITUTE.

~~~~~  
V. HEFT.  
**DIE ANTHOCEROTEEN.**

MIT FÜNF TAFELN.

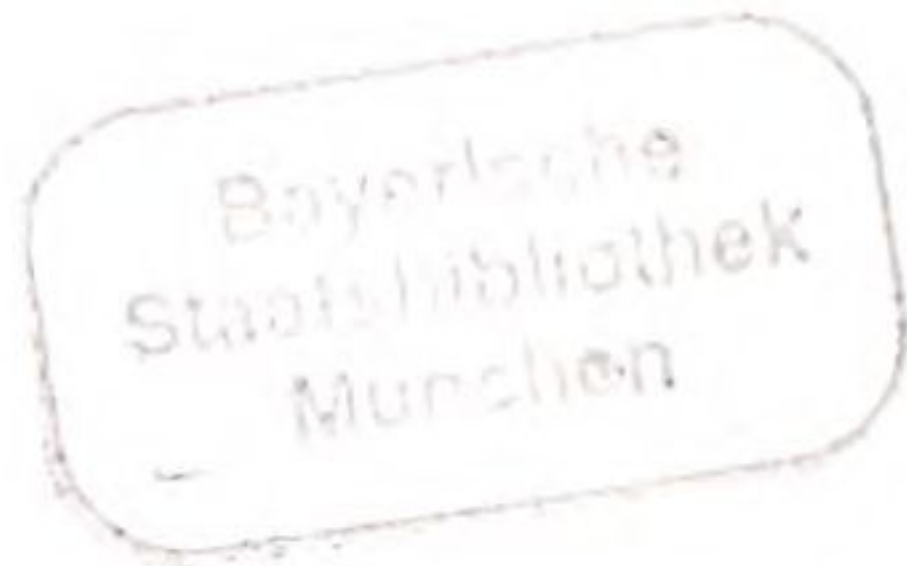
—•—  
**GRAZ**  
VERLAG VON LEUSCHNER & LUBENSKY,  
K. K. UNIVERS.-BUCHHANDLUNG.  
1879.

Das VI. (Schluss-) Heft, enthaltend die Marchantiaceen und allgemeine Bemerkungen über die Lebermoose überhaupt,  
erscheint im Jahre 1880.









# UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

# LEBERMOOSE

VON

DR. HUBERT LEITGEB

PROFESSOR DER BOTANIK IN GRAZ

UNTER

MITWIRKUNG VON M. WALDNER, ASSISTENTEN AM  
BOTANISCHEN INSTITUTE.



V. HEFT.

DIE ANTHOCEROTEEN.

MIT FÜNF TAFELN.



GRAZ

LEUSCHNER & LUBENSKY

1879.



DRUCKEREI LEYKAM-JOSEFSTHAL IN GRAZ.



Auch für das vorliegende Heft wurde das Untersuchungsmaterial den reichen Sammlungen Dr. Gottsche's und des Wiener-Museums entnommen. Für die beiden Gattungen *Anthoceros* und *Dendroceros* reichte es auch vollständig aus, und es konnten für dieselben die Beobachtungen, wie ich glaube, lückenlos zum Abschlusse gebracht werden.

Für die Untersuchung von *Notothylas* standen mir ausserdem lebende Pflanzen zur Verfügung, welche Herr Limpricht in Breslau eigens für mich gesammelt hatte, und wofür ich ihm zum grössten Danke verpflichtet bin.

Leider waren auch diese Pflanzen im Fruchtstadium, und man war darauf angewiesen, die Entwicklungsgeschichte des Sporogons an einigen wenigen, nach langem Suchen aufgefundenen, theils in der Entwicklung verspäteten, theils während derselben abgestorbenen Sporogonen zu studiren.

Bei dieser ungemein zeitraubenden Durchsuchung des gesammten Materiales wurde ich nun von meinem Assistenten Herrn M. Waldner bestens unterstützt, der ausserdem durch das Studium der Entwicklungsgeschichte der Geschlechtsorgane bei *Anthoceros* für das vorliegende Heft einen wesentlichen Beitrag lieferte.

GRAZ, im Juni 1879.







# INHALT.

---

## I. Allgemeines.

|                                                                                                                           | Seite |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Die Gattungen der Anthoceroteen und die dermaligen Ansichten über die systematische Stellung dieser Gruppe . . . . .      | 1     |
| Verwandtschaftsverhältnisse der Gattungen unter einander . . . . .                                                        | 2     |
| Volle Uebereinstimmung derselben in Bezug auf:                                                                            |       |
| a: Anlage und Entwicklung der Antheridien; diesbezügliche Vergleiche mit anderen Lebermoosen                              | 3     |
| b: Anlage und Entwicklung der Archegonien und diesbezügliche Vergleiche mit Leber- und Laubmoosen . . . . .               | 3     |
| c: Ausbildung und Bau der Hülle . . . . .                                                                                 | 4     |
| d: Bildung der Spaltöffnungen und Nostoccolonieen . . . . .                                                               | 4     |
| Verschiedene Ausbildung des Thallus . . . . .                                                                             | 5     |
| Die Sporogone von Anthoceros und Dendroceros . . . . .                                                                    | 5     |
| Verschiedene Ausbildung der steril bleibenden Zellen des Sporenraumes bei den Anthocerosarten . . .                       | 6     |
| Das Sporogon von Notothylas . . . . .                                                                                     | 7     |
| Kapseln mit und ohne Columella . . . . .                                                                                  | 7     |
| Deren Entwicklung verglichen mit den entsprechenden Entwicklungsvorgängen bei Riellen und Jungermanniaceen, und . . . . . | 8     |
| Verwandtschaftsverhältnisse der Anthoceroteen gegenüber den Leber- und Laubmoosen . . . . .                               | 9     |

## II. Specielle Untersuchungen.

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| Anthoceros . . . . .                            | 11 |
| Frühere Untersuchungen . . . . .                | 12 |
| Wachsthum der Laubachsen . . . . .              | 13 |
| Theilung der Segmente . . . . .                 | 13 |
| Spaltöffnungen . . . . .                        | 13 |
| deren Infection durch Nostoc . . . . .          | 15 |
| Antheridien . . . . .                           | 17 |
| Anlage von Antheridiengruppen . . . . .         | 18 |
| Exogene Entstehung in abnormen Fällen . . . . . | 19 |



|                                                                                            | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Archegonien . . . . .                                                                      | 20    |
| Historisches und . . . . .                                                                 | —     |
| eigene Untersuchungen . . . . .                                                            | —     |
| Entwicklung des Sporogones . . . . .                                                       | 21    |
| Ergänzung früherer Untersuchungen . . . . .                                                | 22    |
| Entwicklung der sporenbildenden Schichte bis zur Differenzirung der Sporenmutterzellen . . | 24    |
| Bildung von Reihen steriler Zellen („gegliederter Elateren“) . . . . .                     | 25    |
| Darstellung eines zusammenhängenden Netzwerkes steriler Zellen . . . . .                   | 26    |
| Verschiedene Ausbildung der sterilen Zellen bei verschiedenen Arten der Gattung . . . . .  | 26    |
| Spaltöffnungen an der Kapsel . . . . .                                                     | 28    |
| Keimung der Sporen . . . . .                                                               | 29    |
| <b>Dendroceros.</b>                                                                        |       |
| Habitus und Bau der Pflanzen . . . . .                                                     | 29    |
| Wachsthum der Laubachsen . . . . .                                                         | 30    |
| Anlage der Laminarfalten . . . . .                                                         | 30    |
| Bildung der Intercellularräume . . . . .                                                   | 31    |
| Spaltöffnungen; deren Vertheilung . . . . .                                                | 31    |
| Infection durch Nostoc . . . . .                                                           | 31    |
| Vertheilung der Geschlechtsorgane . . . . .                                                | 32    |
| Antheridien . . . . .                                                                      | 32    |
| Archegonien . . . . .                                                                      | 33    |
| Entwicklung des Sporogones . . . . .                                                       | 33    |
| Anlage der Sporenmutterzellen und Elateren . . . . .                                       | 36    |
| die Kapselwand . . . . .                                                                   | 37    |
| Bau der Sporen und Keimung derselben . . . . .                                             | 38    |
| Die Sporentetraden bei <i>D. cichoraceus</i> . . . . .                                     | 39    |
| Brutknospenbildung . . . . .                                                               | 39    |
| <b>Notothydas.</b>                                                                         |       |
| Historisches über den Bau der Kapsel . . . . .                                             | 39    |
| Habitus der Pflanzen . . . . .                                                             | 41    |
| Stellung der Früchte . . . . .                                                             | 42    |
| Lostrennung der Kapseln durch Abtserben des Stieles . . . . .                              | 42    |
| Bau der Kapseln . . . . .                                                                  | 43    |
| Das aus den sterilen Zellen gebildete Kammerwerk in den columellalosen Kapseln . . . . .   | 43    |
| Kapseln mit Columella . . . . .                                                            | 44    |
| Bau junger Sporogone bei <i>N. fertilis</i> . . . . .                                      | 45    |
| die Kapselformen bei <i>N. valvata</i> . . . . .                                           | 46    |
| „ „ <i>N. melanospora</i> . . . . .                                                        | 47    |
| „ „ <i>N. Breutelii</i> . . . . .                                                          | 47    |
| Jugendstadien des Sporogons von <i>N. Breutelii</i> . . . . .                              | 47    |
| Embryonalstadien . . . . .                                                                 | 48    |
| Zusammenfassung der Ergebnisse, und . . . . .                                              | 49    |
| Entwicklungsgeschichte des Sporogones . . . . .                                            | 49    |
| vergleichend betrachtet . . . . .                                                          | 50    |
| Entwicklung des Archegoniums . . . . .                                                     | 52    |
| Erklärung der Abbildungen . . . . .                                                        | 53    |



## I. Allgemeines.

---

Dem Tribus der Anthoceroteen werden dermalen drei Gattungen zugezählt: *Anthoceros*, *Dendroceros* und *Notothylas*\*). Als gemeinsames Merkmal derselben gilt die eigenthümliche Ausbildung der Frucht, die ebenso durch das Vorhandensein einer Columella als durch das Fehlen einer eigentlichen Calyptra von der aller andern Lebermoose unterschieden sein soll.

Wohl hatte Milde für seinen *Chamaeceros* (*Notothylas*) *fertilis* das Fehlen der Columella mit aller Entschiedenheit hervorgehoben und darauf hingewiesen, dass dieser Umstand, wie auch das Verbleiben der Kapsel innerhalb des Laubfutterales (der Hülle) auf nähere Beziehungen zu den Riccien hinzuweisen scheine. Als aber später von Gottsche und andern nicht allein bei mehreren ausländischen *Notothylas*-arten, sondern auch in zahlreichen Kapseln der Milde'schen Pflanze eine Columella aufgefunden und gezeigt wurde, dass auch bezüglich des Hervortretens der Kapsel aus der Hülle ein wesentlicher Unterschied von der Gattung *Anthoceros* nicht bestehe, schien die frühere Ansicht über die isolirte Stellung der Anthoceroteen vom neuen gerechtfertigt, um so mehr, als auch die Hofmeister'schen Untersuchungen über Anlage und Entwicklung der Geschlechtsorgane diese Anschauungen nur noch mehr zu unterstützen schienen.

Auch die späteren Untersuchungen hatten eine Aenderung der Ansichten nicht bewirkt. Es hatte zwar das genauere Studium der Archegonentwicklung ergeben, dass bezüglich dieses Vorganges denn doch keine so grosse Abweichung vom allgemeinen Typus vorhanden sei, aber bezüglich der endogenen Entstehung der Antheridien und vor allem mit Rücksicht auf die Entwicklung des Sporogons konnten weder unter den Lebermoosen noch den Laubmoosen irgendwelche Beziehungspunkte aufgefunden werden. Bezüglich des letzteren Vorgangs schien die Abweichung sogar grösser zu sein, als man früher anzunehmen

---

\*) Dass die in der „Synopsis Hepaticarum“ noch aufgezählte vierte Gattung *Blaudowia* nicht unter die Lebermoose gehört, wurde von Bischoff nachgewiesen. (Bemerkungen über die Lebermoose in Nov. Act. Bd. XVII. 2, pg. 962).



geneigt war. Denn die Columella der Anthoceroskapsel konnte ja immerhin dem ähnlichen Gebilde in der Laubmooskapsel verglichen werden und selbst unter den Lebermoosen konnte der die Kapsel der Sporogone von *Pellia* durchziehende axile Schleuderstrang als eine Art Columellabildung aufgefasst werden. Nun zeigten aber die weiteren Forschungen tiefgreifende Unterschiede. Während der axile Schleuderstrang bei *Pellia* als eine Differenzirung innerhalb des Sporenraumes (also nach Anlage desselben) aufgefasst werden musste, und dergleichen auch für die Laubmoos-Kapsel festgestellt wurde, dass Columella und sporenbildende Schichte aus einem früher angelegten axilen Gewebekörper entstehen und somit zusammengehörig sind; und weiters dass sporenbildende Schichte plus Columella (Endothecium) dem Sporenraume der Lebermooskapsel entsprechen, stellte sich für *Anthoceros* die selbstständige Anlage dieser beiden Gewebe heraus, in der Weise, dass die Columella früher und durch einen ähnlichen Theilungsvorgang angelegt werde, wie er bei Lebermoosen die Abscheidung des Sporenraumes, bei Laubmoosen die des Endotheciums bewirkt, während die sporenbildende Schichte späterer Entstehung sei und aus jener Zellenlage hervorgehe, welche dort die Anlage der Kapselwand darstellt.

Dies ist auch der dermalige Stand der Frage und gerade darin, dass *Anthoceros* bezüglich der Differenzirung der Gewebe im Sporogone so aller Beziehungspunkte sowohl zu den übrigen Lebermoosen wie zu den Laubmoosen hin zu entbehren scheint, liegt ja die Hauptschwierigkeit, über seine Verwandtschaftsbeziehungen sich ein Urtheil zu bilden. Aber ich möchte gleich hier hervorheben, dass von allen Anthoceroteen nur die Gattung *Anthoceros* untersucht war, und dass bezüglich der Laubmoose noch eine genauere Untersuchung von *Sphagnum* fehlt.

Ich werde später noch Gelegenheit haben, auf diesen Gegenstand zurückzukommen, und will für jetzt in eine allgemeine und vergleichende Besprechung der drei Anthoceroteeengattungen eingehen.

Es ist vor allem hervorzuheben, dass dieselben in der That einem einzigen natürlichen Entwicklungskreise angehören und somit zunächst mit einander verwandt sind. Es tritt dies namentlich in der Art der Anlage und Ausbildung der Geschlechtsorgane hervor, welche Vorgänge bei allen drei Gattungen in ganz gleicher Weise verlaufen. Die Antheridien sitzen immer in anfangs vollkommen geschlossenen Höhlungen, welche (namentlich bei *Dendroceros*) blasenförmig über die Lauboberfläche hervortreten, oder wie bei unseren einheimischen Anthocerosarten und *Notothylas* ganz in das Laub versenkt sind. Die Antheridien stehen theils einzeln (wie immer bei *Dendroceros*), theils paarweise, theils in Gruppen beisammen, in welchem letzteren Falle sie dann ungleiche Altersstadien zeigen, so dass man auf eine succedane Entstehung derselben schliessen kann.\*) Bei *Anthoceros* zerfällt die Antheridienmutterzelle sogleich durch sich kreuzende Längswände in vier neben einander liegende

---

\*) Vergl. den speciellen Theil: *Anthoceros*.



Zellen und da aus diesen auch der Stiel hervorgeht, so ist dieser selbstverständlich immer aus vier Zellreihen zusammengesetzt. So dürfte es sich wohl auch bei *Notothylas* verhalten. Bei *Dendroceros* aber sind die sehr langen Antheridienstiele (Taf. II, Fig. 14) nur aus zwei Zellreihen bestehend, was wahrscheinlich darin seinen Grund hat, dass nach Halbierung der Antheridienmutterzelle durch die erste Längswand und vor dem Auftreten der zweiten, durch eine Quertheilung eine stielbildende Zelle abgeschnitten wird.

Vergleichen wir nun damit die entsprechenden Vorgänge bei den übrigen Lebermoosen. Wir haben da zwei Typen zu unterscheiden, den Marchantiaceentypus, wo der Antheridienkörper sich aus Querscheiben (Stockwerken) aufbaut, welche erst später quadrantisch getheilt werden; und den Jungermanniaceentypus, wo der Antheridienkörper aus nur einem Stockwerk hervorgeht, welches vorerst durch Längswände in vier neben einander liegende Zellen zerfällt. Da diese Längswände sich in der Regel nicht unter rechtem Winkel schneiden, so haben die vier das Stockwerk bildenden Zellen ungleiche radiale Tiefe, und nur die zwei grösseren diagonal liegenden Zellen betheiligen sich an der Bildung des Innenraumes. Ich habe aber schon seinerzeit die Besprechung dieser Vorgänge\*) hervor- gehoben, dass ausnahmsweise auch rechtwinkelige Kreuzung der Längswände vorkommen kann, und dass dann sämtliche vier Zellen an der Bildung des Innenraumes theilnehmen, und ich habe schon damals auf die Aehnlichkeit dieses abnormen Verhaltens mit dem normalen Vorgange bei *Anthoceros* hingewiesen. Es gilt diess nun in viel höherem Grade für *Dendroceros*, dessen kugelige, auf langen aus zwei Zellreihen aufgebauten Stielen sitzende Antheridien durchaus denen der Jungermanniaceen gleichen.

Auch die Entwicklung der Archegonien ist bei allen drei Gattungen im Wesentlichen dieselbe. Die Archegonmutterzelle bleibt vollkommen im Thallusgewebe eingesenkt, theilt sich aber ganz so wie bei den übrigen Lebermoosen in drei seitliche und eine mittlere Zelle. Wenn wir davon absehen, dass die ersteren in Folge der eingesenkten Lage der Archegonmutterzelle mit den umgebenden Thalluszellen im Gewebeverbande bleiben, und somit das Archegon als abgeschlossenes scharf umgrenztes Organ weniger hervortritt, so ist der Entwicklungsvorgang bis zu diesem Zeitpunkte ganz derselbe, wie bei den übrigen Lebermoosen. Nach Bildung der mittleren Zelle aber tritt ein wesentlicher Unterschied ein. Bei den übrigen Lebermoosen zerfällt die mittlere Zelle in eine Deckelzelle und eine unter ihr liegende innere Zelle, welche später in die Halscanalzelle und die Centralzelle zerfällt. Aus jener geht die Reihe der Halscanalzellen, aus dieser die Bauchcanalzelle und das Ei hervor. Bei den Anthoceroteen aber ist bei der Differenzirung der Innenzelle nicht die Bildung der Deckelzelle primär, die der Centralzelle secundär, sondern die letztere wird zuerst angelegt und nun erst differenzirt sich Halscanalzelle und Deckelzelle. Es erinnert dieser Vorgang einigermaßen an die Archegonbildung der Laubmoose, wo ja in

\*) Heft II, pg. 42 et seq.



gleicher Weise zuerst die Centralzelle abgeschnitten wird. Dort aber baut sich der Archegonhals durch Spitzenwachsthum auf und als Abschluss desselben erscheint die Bildung der Deckelzelle, während bei den Anthoceroteen die Abscheidung der Deckelzelle der Ausbildung des Halscanals vorausgeht. (Taf. I, Fig. 13, 14; Taf. II, Fig. 2; Taf. V, Fig. 8, 9.)

Dieser durchaus übereinstimmenden Entwicklung des Archegons bei allen drei Gattungen entspricht auch die gleiche Art der Bildung des die jungen Sporogone umschliessenden Laubfutterales, — der Hülle nämlich. Es ist vorerst hervorzuheben, dass da eine Wandschicht des Archegons ja unzweifelhaft vorhanden ist, und dieselbe später an den in dem umgebenden Thallusgewebe eintretenden Wachsthumsvorgängen Theil nimmt, von dem Fehlen einer Calyptra eigentlich nicht gesprochen werden kann. Sie ist nur nicht individualisirt, sondern mit der aus dem Thallusgewebe gebildeten Hülle innig verschmolzen.

Diese Hülle ist an der Basis am mächtigsten (bis zwölf und noch mehr Zellschichten dick bei *Dendroceros*), an der Spitze am dünnsten, was nicht blos daher rührt, dass hier überhaupt weniger Zellschichten gebildet wurden, sondern auch darin seinen Grund hat, dass noch vor dem Hervorbrechen der Kapsel einige der oberflächlichen Zellschichten abgeworfen werden, was offenbar den Durchtritt jener erleichtert.

Eine weitere, allen drei Gattungen zukommende Eigenthümlichkeit ist das Vorhandensein von Spaltöffnungen am Thallus, die Infection derselben mit Nostoc und die Art der Bildung der Nostoccolonien. Die Spaltöffnungen, bei allen Gattungen gleich gebaut, kommen entweder nur an der Ventralseite des Thallus vor (*Anthoceros*, *Notothylas*) oder finden sich ausserdem auch an der Dorsalseite (mehrere *Dendroceros*) und dem entsprechend findet man auch die Nostoccolonien entweder nur an einer oder an beiden Seiten. Die von allen Seiten aus der Wand entspringenden, die Nostocansiedlung durchsetzenden und zugleich mit dieser sich vergrössernden und vermehrenden Schläuche sind am schönsten bei *Dendroceros* ausgebildet, lassen sich aber auch bei jenen *Anthoceros*arten leicht darstellen, bei denen die Nostockugeln weit über die Lauboberfläche hervortreten.

In allen bis jetzt besprochenen Verhältnissen gleichen sich, wie schon gesagt, die drei Anthocerotengattungen durchaus, und es kann über ihre nahe Verwandtschaft unter einander wohl nicht der geringste Zweifel bestehen.

Es kommen aber anderseits nicht unbedeutende Unterschiede vor und gerade in Berücksichtigung dieser sind die Beziehungen der Gattungen zu einander im hohen Grade lehrreich und interessant. Wir finden nämlich einerseits bei innigster Uebereinstimmung der Geschlechtsgenerationen zweier Gattungen ganz abweichende Entwicklung der Sporogonien (*Notothylas* und *Anthoceros*); anderseits bei vollkommener gleicher Entwicklung der letzteren einen ganz abweichenden Bau des ersteren (*Anthoceros* und *Dendroceros*).

In Bezug auf die Entwicklung, den Bau und die Form des Thallus besteht zwischen *Anthoceros* und *Notothylas* kein Unterschied. Es gleichen sich zum Beispiele unser *Anthoceros laevis* und *Notothylas fertilis* so sehr, dass man sterile Pflänzchen derselben auch im frischen



Zustände kaum zu unterscheiden vermag.\*) Ein ganz abweichendes Aussehen haben dagegen die typischen *Dendroceros*-arten (Taf. II, Fig. 20). Die Pflänzchen bestehen aus einer mächtigen Mittelrippe, an der sich beiderseits die einschichtige Lamina ansetzt, welche in Folge vielfacher Faltungen der Seitenränder ein krauses Ansehen zeigt, so dass man an die Form mancher anakrogner Jungermanniaceen (z. B. *Mörkia*), ja selbst beblätterter Gattungen erinnert wird. Bei dieser durchaus abweichenden Ausbildung des Thallus, die sogar mit einer anderen Art des Scheitelwachsthumes verbunden ist\*\*), ist nun die Uebereinstimmung mit *Anthoceros* in Bezug auf die Entwicklung des Sporogons eine vollkommene und es unterscheiden sich diesbezüglich beide Gattungen in gleichem Maasse von *Notothylas*.

Bei beiden erfolgt nach der Abscheidung des unteren fussbildenden Stockwerkes in der oberen Embryohälfte, zugleich mit der Differenzirung von Aussen- und Innenzellen, die Anlage der Columella aus der Gesammtheit der letzteren, während die sporenbildende Schichte aus jenen Aussenzellen durch deren erste tangente Spaltung hervorgeht. Die Columella ist hier also ein scharf differenzirtes primär, und früher als die sporenbildende Schichte angelegtes Gewebe, das als axiler Strang das junge Sporogon seiner ganzen Länge nach durchsetzend, unmittelbar bis an den Sporogonfuss reicht und bis zu dieser Stelle von der sporenbildenden Schichte glockenförmig überdeckt wird. Es ist also ein Kapselstiel gar nicht vorhanden und jener untere nicht klaffende Theil des Sporogons der bei beiden Gattungen als Stiel (*pedunculus*, *pedicellus*) bezeichnet wird, ist nur der untere und (in Folge des basilaren Wachsthumes der Kapsel) jüngste Kapseltheil, in dem die Isolirung der Sporenmutterzellen, die dem Wachsthume entsprechend basipetal fortschreitet, noch nicht eingetreten ist.

Es ist eine merkwürdige Thatsache, dass ich weder bei *Anthoceros* noch bei *Dendroceros* Kapseln auffinden konnte, welche als ausgewachsen zu bezeichnen gewesen wären. Bei allen ohne Ausnahme findet man, wenn auch der obere Kapseltheil schon gespalten ist, und seine Sporen entleert hat, nach dem Grunde hin fortschreitend, alle Stadien der Sporenentwicklung bis zur beginnenden Isolirung der Sporenmutterzellen. Es kann dies nur so erklärt werden, dass eine durch die Organisation des Sporogons bedingte Grenze im intercalaren Wachsthume der Kapsel, gewissermassen ein Abschluss dieses Wachsthumes aus inneren Gründen, überhaupt nicht vorhanden ist. Die Kapsel als Ganzes hat also

---

\*) Die fructificirenden Pflänzchen, die mir lebend zur Untersuchung vorlagen, waren allerdings von dem dunkelgrünen *Anthoceros* durch einen gelblichgrünen Ton unterschieden, der sie zwischen den *Anthoceros*-rasen ziemlich leicht herausfinden liess, auch wenn man noch nicht auf die Früchte Rücksicht nahm. Aber ich glaube kaum, dass auch junge Pflanzen diese Eigenthümlichkeit zeigen und bin vielmehr der Ansicht, dass diese Erscheinung auf das beginnende Absterben der Pflanzen hinweist, das jedenfalls der Fruchtreife sehr bald nachfolgt.

\*\*) Vergl. den speciellen Theil.



keinen Reifezustand, in welchen nur successive Theile derselben eintreten, und hört aus unbekannten Gründen das basilare Wachsthum und somit die Neubildung von Sporenmutterszellen auf, so ist auch zugleich in den höheren Theilen die Weiterbildung der schon vorhandenen (Bildung von Sporentetraden und Sporen) durchaus sistirt. Es verhält sich diesbezüglich die Anthoceroskapsel wie etwa der mit fortwährend thätig bleibenden Cambiummantel versehene Holzstamm, oder wie das Blatt von *Welwitschia*; und es wäre ja möglich, dass auch hier erst andere nicht in der Organisation des Organes liegende Momente dem weiteren Wachsthum ein Ziel setzen. Dieses constante Nachwachsen der Kapsel erklärt uns natürlich auch die so verschiedene Länge derselben bei einer und derselben Art, und die bis sieben Cm. langen Kapseln von *Anthoceros giganteus* sind in ihren Basaltheile nicht anders beschaffen, als die kaum aus dem Involucrum hervorgetretenen von *Anth. laevis*, welche wieder eben so gut alle Stadien der Sporenentwicklung zeigen, wie solche von vier Cm. Länge.

Die Entwicklung der am Grunde der Kapsel (in der Meristemregion) immer eine einzige Zelllage bildenden fertilen (sporenbildenden) Schichte stimmt bei beiden Gattungen in so weit überein, als in ihr vor Differenzirung der Sporenmutterszellen noch eine lebhafte Zellvermehrung nach allen Raumrichtungen stattfindet. Ein geringer Theil dieser Zellen (wahrscheinlich schon der Anlage nach grösser) rundet sich ab und wird zu Sporenmutterszellen; der weitaus grössere Theil derselben aber bleibt steril.

Bei unseren einheimischen Anthocerosarten bilden diese sterilen Zellen schon vom Anfange an ein zusammenhängendes Netzwerk, in dessen Maschen die Sporenmutterszellen liegen. Sie wachsen und theilen sich später eigentlich nur so weit, als es die Ausweitung des Sporenraumes verlangt\*), hängen aber fast bis zur Sporenreife unter sich zusammen. Erst beim Oeffnen der Kapsel (resp. des Kapseltheiles) wird dieses Netzwerk in Bruchstücke zerrissen und diese bilden dann jene eigenthümlichen ungleich langen Ketten steriler Zellen, die als Elateren oder elaterenähnliche Zellen bekannt sind. Natürlich ist es möglich, dass die Glieder einer solchen Kette ihrer Entstehung nach zusammengehörig sind, d. h. von einer der ursprünglichen sterilen Zellen abstammen, aber ich glaube nicht, dass diess häufig der Fall ist, da das Längenwachsthum der einzelnen Zellen ein zu beschränktes ist.

Von diesen Formen führt ein ganz allmäliger Uebergang zu jenen Arten hinüber, bei denen die Elateren vollkommen individualisirt, aus einer Zellreihe bestehen, die von einem breiten durchlaufenden Spiralbande durchzogen ist und deren Glieder nachweisbar von einer Mutterszelle (einer ursprünglichen sterilen Zelle) abstammen. — Wir finden diese letztere Elaterenform bei einer Gruppe von Anthocerosarten, die unmittelbar zu *Dendroceros* hinüber leitet und vielleicht besser von *Anthoceros* zu trennen wäre, da sie nicht allein durch diese ausgezeichnete Elaterenform, sondern ebenso durch den Mangel von Spaltöffnungen

---

\*) Vergl. den speciellen Theil.



an der Kapsel von den typischen *Anthoceros*-arten verschieden ist, und in diesen beiden Merkmalen vollkommen mit *Dendroceros* übereinstimmt. Man könnte sie vielleicht geradezu zu *Dendroceros* ziehen. Da aber der Habitus der Pflanze mehr mit *Anthoceros* übereinstimmt und auch die Form der Kapsel und deren Länge mehr an diese Gattung erinnert, so möchte ich sie vorerst als Gruppe *Anthocerites*\*) den eigentlichen *Anthoceros*-arten anreihen. (Weiteres im speciellen Theile.)

Das Sporogon von *Notothylias* stimmt in so weit mit denen der oben besprochenen Gattungen überein, als auch hier die Kapsel durch fortwährenden Zuwachs an der Basis verlängert wird, und dass auch hier mit dem Aufhören des Zuwachses alle weiteren Lebensvorgänge in der Kapsel sistirt erscheinen, die Umbildung der noch vorhandenen Sporenmutterzellen etc. aufhört und somit in jeder Kapsel auch noch alle Entwicklungszustände derselben aufgefunden werden. Hier scheint dieses Absterben der Kapsel durch Absterben des Stieles bedingt zu sein.\*\*\*) Es tritt diese Sistirung des intercalaren Kapselzuwachses bei manchen Kapseln schon sehr früh ein; es werden Zwergkapseln gebildet, die vollkommen vom Involucrum bedeckt bleiben und nach ihrem Aufspringen die Sporen also innerhalb desselben entleeren. Ich fand solche Zwergkapseln (von oft nur 0.3 Mm. Länge) bei *N. fertilis* und *Breutelii*, sie dürften aber wohl bei allen Arten vorkommen. Es gibt aber bei letzterer Art auch Kapseln von 5 Mm. Länge, die also mehr als zur Hälfte aus dem Involucrum hervorsehen.

Nicht minder verschieden als in Bezug auf ihre Grösse zeigen sich nun die Kapseln auch in Bezug auf ihren Bau. Ich habe die ausführlichen Nachweisungen und die Mittheilung der zahlreichen diesbezüglichen Untersuchungen dem speciellen Theile vorbehalten und will nur die wichtigsten Resultate mittheilen.

Bei einigen *Notothylias*-arten (ob bei allen?) kommen Kapseln vor, welche in Bezug auf Mächtigkeit der Columella und die Differenz der Zellen der letzteren von den übrigen sterilen Zellen des Sporenraumes sich von den Kapseln von *Anthoceros* nicht unterscheiden, und es wäre möglich (obwol nicht wahrscheinlich), dass diese Kapseln auch in Bezug auf Anlage ihrer Columella und sporenbildenden Schichte mit *Anthoceros* übereinstimmen.

Bei allen *Notothylias*-arten findet man ferner Kapseln, in welchen eine Columella zwar vorhanden ist, wo aber die Columellazellen den übrigen sterilen Zellen des Kapselraumes durchaus gleich gebildet sind und sich sehr leicht von einander trennen. Für solche Kapseln zeigt die Untersuchung, dass die Columella nicht wie bei *Anthoceros* selbstständig und unabhängig von der sporenbildenden Schichte angelegt wird, sondern durch secundäre Differenzirung innerhalb des Sporenraumes entsteht, und somit diesbezüglich mit der Columella der Laubmooskapsel übereinstimmt.

\*) In der Synopsis Hepaticarum umfasst die Abtheilung *Anthocerites* (§ 2) einen Theil der hier in Betracht kommenden Arten.

\*\*) Vergl. den speciellen Theil.



Bei einigen *Notothylas*-arten (ob bei allen?) gibt es aber auch Kapseln, in welchen auch der Anlage nach eine Columella nicht vorhanden ist. Die sterilen Zellen bilden unter sich im Gewebeverbande, ein den ganzen Innenraum der Kapsel gleichmässig erfüllendes Kammerwerk, in dessen Räumen (Kammern) die Sporenmutterzellen (resp. Sporentetraden und Sporen) liegen. Erst bei der Reife der Sporen trennen sich die sterilen Zellen von einander.

Es ist einleuchtend, dass solche Kapseln von den unmittelbar früher besprochenen columellaführenden nur graduell verschieden sind, und nur in so weit, als dort, in Folge einer bestimmten Gruppierung der Kammerwände, in der Axe der Kapsel nur sterile Zellen vorhanden sind, welche dann auch unter sich in etwas festerem Gewebeverbande bleiben.

Durch die Bildung solcher columellaloser Kapseln schliesst nun *Notothylas* unmittelbar an die übrigen Lebermoose an. Auch unter ihnen gibt es ja Formen, wo der Innenraum der Kapsel gleichförmig mit Sporentetraden und sterilen Zellen erfüllt ist, welche letztere nicht als Elateren (im physiologischen Sinne) ausgebildet werden und erst bei der Reife der Sporen in Function treten, sondern deren Function in einem früheren Stadium der Kapselentwicklung zur Geltung kommt, indem die in ihnen aufgespeicherten Stoffe zur Ausbildung der Sporen verwendet werden. Diesen Werth als „Nährzellen“ der Sporen haben die sterilen Zellen nicht blos bei *Corsinia*, sie haben ihn auch bei den Riellen, und ich glaube, dass wir gerade in letzterer Gruppe die nächsten Verwandten von *Notothylas* zu suchen haben.

Zur Begründung dieser Anschauung bin ich genöthigt, etwas weiter auszuholen: Ich habe in dem früheren Hefte\*) nachzuweisen versucht, dass die Riellen zu den Jungermanniaceen gehören, wobei ich es aber unentschieden liess, ob wir dieselben als primitive Formen aufzufassen haben, aus denen erst die anderen Jungermanniaceen hervorgegangen sind, oder ob wir in ihnen rückgebildete Formen erkennen sollen, welche aus typischen Jungermanniaceen (durch Verkümmern des Sporogonstieles und der damit im Zusammenhange stehenden Rückbildung der Elateren zu „Nährzellen“ entstanden sind. Es bleibt diese Frage auch jetzt noch eine offene und eine bestimmte Beantwortung derselben ist auch für den hier vorliegenden Zweck gar nicht nothwendig. Bei Riellen, wie den übrigen Jungermanniaceen sehen wir im jungen Sporogone Kapsel- und Stieltheil desselben anfangs nicht gesondert, und der axile den unteren Theil des Embryo durchziehende Zellstrang setzt sich unmittelbar in den Kapseltheil hinein fort, hier die Anlage des Sporenraumes darstellend. Hier folgt nun unmittelbar ein sehr reges von charakteristischen, allseitig orientirten Theilungen begleitetes Wachsthum, während in dem unteren (Stiel-) Theile dieses sehr gering ist, und nur Quertheilungen auftreten. Erst durch dieses spätere differente Verhalten beider Kapseltheile wird ihre gegenseitige Abgrenzung immer schärfer und Stiel und Kapsel erscheinen später deutlich gesondert. Bei den Riellen hat damit der Stiel seine volle Aus-

---

\*) Heft IV, pg. 8. Für die folgenden Auseinandersetzungen vergleiche man auch die weiteren Ausführungen im speciellen Theile.



bildung erreicht und beginnt abzusterben, bevor noch die Kapsel ausgereift ist, die dadurch der weiteren Zufuhr von Nährstoffen beraubt ist, und ihre Sporen nur auf Kosten der in den steril bleibenden Zellen („Nährzellen“) aufgespeicherten Reservestoffe ausbildet. Bei den übrigen Jungermanniaceen bleiben die Stielzellen aber lebend, und führen den sich weiter bildenden Zellen der Kapsel fortwährend Nährstoffe zu. Haben nun die Sporen nahezu den Reifezustand erlangt, so beginnt ein neuerliches Längenwachsthum des Stieles, wodurch die Kapsel über das Substrat emporgehoben wird. Das Sporogon von *Notothylas* erscheint nun gewissermassen als ein Zwischenglied. Etwas ältere Embryonen erscheinen denen vieler Jungermanniaceen durchaus ähnlich. Ein axiler, aus vier Zellreihen bestehender Strang durchzieht den unteren Theil des Sporogones und geht in seiner Verlängerung unmittelbar in den künftigen Sporenraum über (Taf. IV Fig. 1, 2, 3, 9, Taf. V. Fig. 11). Während der Weiterbildung des letzteren bleibt aber das Wachsthum im unteren (Stiel-) Theile nicht dauernd sistirt wie bei den Ricciellen, sondern es findet ein geringes Längenwachsthum statt, das von zahlreichen Quertheilungen begleitet ist. Es ist diess ja auch bei den Jungermanniaceen der Fall, aber dort sistiren die so gebildeten Zellen vorerst alle weitere Veränderungen und erst nach der Ausbildung der Kapsel findet in ihnen Längenwachsthum (Streckung) und dadurch Verlängerung des Stieles statt. Bei *Notothylas* nun geht die Weiterbildung derselben sogleich vor sich und indem sie die gleichen Veränderungen erleiden wie die höher gelegenen, schon unmittelbar für den Sporenraum angelegten Zellen, wird dieser vergrössert und die Kapsel erhält am Grunde fortwährend neuen Zuwachs. Ich meine also, um es kurz zu sagen: Der basilare Kapselzuwachs bei *Notothylas* ist äquivalent dem Stielwachsthum der Jungermanniaceen, wobei es aber freilich wieder zweifelhaft bleibt, ob wir den unteren Theil der *Notothylas*-Kapsel als einen fertil gewordenen Kapselstiel der Jungermanniaceen oder umgekehrt diesen als einen steril gewordenen Theil jener deuten sollen.

Dieser aus dem Baue der Kapsel und aus deren Entwicklung abgeleiteten Ansicht betreffs der Verwandtschaft der Anthoceroteen und Jungermanniaceen steht die scheinbar so differente Ausbildung der Geschlechtsorgane entgegen. Bezüglich der Antheridien habe ich aber schon oben bemerkt, dass sie in ihrer Entwicklung den Jungermanniaceentypus zunächst stehen, und habe namentlich auf *Dendroceros* hingewiesen. Freilich werden die der Anthocerotiden endogen angelegt, aber es ist kaum zweifelhaft, dass sie ursprünglich exogener Entstehung waren und dass erst die frühe unmittelbar nach der Anlage erfolgte Versenkung in das Gewebe, wie es dermalen noch bei Ricciellen ja selbst noch unter typischen Jungermanniaceen (*Pellia* z. B.) vorkommt, endlich dazu geführt hat, auch ihre Anlagen in Innenzellen zu verlegen. Auch möchte dafür der Umstand sprechen, dass selbst bei *Anthoceros* ausnahmsweise exogene Anlage von Antheridien beobachtet werden kann.\*)

---

\*) Vergl. den speciellen Theil.



Diese Erwägungen gelten auch für die Archegonien, die ja ohnedies aus Oberflächenzellen entstehen und deren Anlage, wie schon oben erwähnt wurde, von der bei den übrigen Lebermoosen nicht wesentlich verschieden ist.

Die Bildung der Hülle hängt nun mit dieser Ausbildung der Archegonien innig zusammen. Da nämlich in Folge des Versenktbleibens der Archegonmutterzelle auch die späteren Wandzellen des Archegons mit den umgebenden Thalluszellen im Gewebeverbande blieben, konnte eine gesonderte Calyptra nicht mehr entwickelt werden, diese musste mit dem auf den umgebenden Thalluszellen entstandenen Gewebe (vielleicht einem ursprünglichen Involucrum, wie bei vielen anakrogynen Jungermanniaceen) zu einem Gebilde zusammenschmelzen. Die Verschiedenheiten zwischen der Hülle der Anthoceroteen und etwa der bei *Trichocolea* \*), wo ja auch, trotz der früheren freien Lage des Archegoniums, eine Calyptra als gesondertes Gebilde nicht vorhanden ist, halte ich auch für kaum grösser, als etwa zwischen der Hülle dieser letzteren Gattung und dem zunächst verwandten *Ptilidium*, wo wieder Calyptra und Perianthium als vollkommen selbstständige Bildungen vorhanden sind.

Ist nun, wie ich eben wahrscheinlich zu machen suchte, *Notothylas* als eine mit den Jungermanniaceen (beziehungsweise den Riellen) zusammenhängende Form (ob Primitivform oder abgeleitete, bleibe dahingestellt!) zu betrachten, so gilt diess selbstverständlich für alle Anthoceroteen, die ja mit *Notothylas* zunächst verwandt sind, und zweifellos aus einer ähnlichen Form hervorgegangen sind. Die anfangs durch den ganzen Sporenraum gleichmässig vertheilten und unter sich zusammenhängenden sterilen Zellen vereinigten sich zuerst in der Axe der Kapsel zu einem Zellstrange, dessen Elemente aber von den übrigen steril bleibenden Zellen noch nicht verschieden waren. Wie oben erwähnt, findet sich diese Kapselform ja noch bei *Notothylas* vor. Ein weiterer Schritt ist dann vielleicht der gewesen, wo die den axilen Strang bildenden Zellen sich auch in verschiedener Weise ausbildeten, als die ausserhalb desselben gelegenen und im Sporenraum zerstreuten. Wahrscheinlich ist auch diese Form noch bei *Notothylas* vorhanden und ich erinnere an die oben beschriebenen Kapseln, welche eine der Gattung *Anthoceros* ähnliche Ausbildung der Columella zeigen.

Bei *Notothylas* dauert in der Regel das basilare Wachsthum der Kapsel nur kurze Zeit und hört (wahrscheinlich in Folge des Absterbens des unteren Stielendes \*\*) bald auf, so dass die Kapseln nur eine geringe Länge erreichen. Es wäre ja möglich, dass gerade in Folge des lange Zeit dauernden Kapselzuwachses und zwar gerade in den durch den Zuwachs hinzugekommenen (nicht ursprünglich angelegten) Partien die Differenzirung der Columella endlich zu dem bei *Anthoceros* zu beobachtenden Typus fortschritt und dieselbe also nicht mehr durch Differenzirung im Sporenraume sondern selbstständig angelegt, die Sporenbildung also noch weiter nach der Peripherie gerückt wurde. Es könnte dafür vielleicht die Beobachtung sprechen, dass jene mit einer so mächtigen und scharf differenzirten Colu-

\*) Heft II, pg. 62.

\*\*) Wie es auch bei den Riellen vorkommt.



mella versehenen Notothylaskapseln sich durch eine auffallende Länge auszeichneten, der basilare Zuwachs bei ihnen also viel längere Zeit andauerte. Es wäre ja möglich, dass in diesen Kapseln der primäre, d. i. ursprünglich angelegte Sporenraum in der Weise wie bei den columellalosen, das ist aus den primären Innenzellen gebildet wird und dass erst beim intercalaren Längenwachstume (d. i. nach meiner Vorstellung bei der Einbeziehung des Stieles in die Kapselbildung) die Sporenbildung in die den axilen Strang umgebende Zellschicht verlegt und derselbe seiner Gänze nach zur Columella werde. Es würden solche Kapseln dann gewissermassen eine Combination zwischen der typischen Notothylaskapsel und der von Anthoceros darstellen.

Es ist selbstverständlich, dass damit nur eine Möglichkeit ausgesprochen sein soll; und ich habe diese hier nur deshalb angeführt, um spätere Forscher, die über geeignetes Untersuchungsmaterial verfügen, aufmerksam zu machen, auch auf diesen Punkt ihre Untersuchungen zu richten.

Mag es sich nun mit den Kapseln letzterer Art wie immer verhalten, so viel ist unumstösslich sicher, dass es bei derselben Notothylasart columellalose und columellaführende Kapseln gibt, dass bei ersterer Form der Sporenraum wie bei den übrigen Lebermoosen angelegt und dass bei der gewöhnlichen Form der letzteren\*) die Columella erst secundär — in Folge einer späteren Differenzirung innerhalb des Sporenraumes — gebildet wird.

Bildet so *Notothylas* durch seine columellalosen Kapseln den Uebergang zu den übrigen Lebermoosen\*\*), so vermittelt es aber anderseits durch die columellaführenden den Anschluss an die Laubmoose. Denn auch bei diesen entsteht ja, wie bekannt, die Columella in Folge einer secundären Differenzirung innerhalb des Sporenraumes („Endothecium“), und dass dieser in der That ursprünglich in seiner Gänze der Sporenbildung diene, dafür spricht wohl auch der Umstand, dass in abnormen Fällen in der That grössere oder kleinere Partien der Columella in die Sporenbildung mit einbezogen werden.

## II. Specielle Untersuchungen.

### 1. Anthoceros. Taf. I.

Reformirt von Gottsche in „Uebersicht und kritische Würdigung etc.“ in Bot. Zeitg. 1858.

Es gibt wohl kaum eine zweite Pflanzengattung, welche so oft und so vielseitig wäre untersucht worden, als *Anthoceros*, und es gehört daher auch der häufigste und fast ausschliesslich der Untersuchung unterworfenen Repräsentant dieser Gattung, *A. laevis* jeden-

\*) Wo die Columellazellen den im Sporenraume vertheilten sterilen Zellen gleichen, und sich leicht von einander trennen.

\*\*) Denen also die Anthoceroteen als zwar selbstständiger, aber mit den Jungermanniaceen genetisch zusammenhängender Tribus zugetheilt bleiben müssen.



falls zu den best gekannten Pflanzen. Die günstigen Verhältnisse, welche sich in der Kapsel für Erforschung der Vorgänge bei der Sporenbildung vorfinden: die Durchsichtigkeit der Sporenmutterzellen und die succedane Entwicklung derselben, welche es möglich macht, auf einander folgende Zustände auf einmal zu überblicken — brachten es mit sich, dass beim Studium der Vorgänge bei der Zelltheilung immer wieder auf diese Pflanze zurückgegriffen wurde. Mohl, Nägeli, Schacht, Hofmeister, Strasburger und Andere haben sich mit diesem Objecte beschäftigt, und namentlich des Ersteren muster-giltige, für die Lehre von der Pflanzenzelle so wichtige Abhandlung über diesen Gegenstand, wird Anfänger wie Geübtere immer wieder nach dieser Pflanze greifen lassen.

Mit der genauen Kenntniss dieses einen Entwicklungsvorganges der Pflanze hatte aber die Kenntniss der übrigen nicht gleichen Schritt gehalten, und selbst bezüglich des Baues der Kapsel beschränkte sich dieselbe auf wenig mehr als die Constatirung des Vorhandenseins einer Columella und von elaterenähnlichen Zellen, und selbst die an der Oberhaut befindlichen so auffälligen Spaltöffnungen wurden erst mehrere Jahre nach dem Erscheinen der Mohl'schen Abhandlung von Mettenius entdeckt.

Erst Hofmeister's bahnbrechende Untersuchungen, die, mit Ausnahme der Sporenkeimung, sich auf alle übrigen Entwicklungsvorgänge der Pflanze erstreckten, vermittelten eine genauere und allseitige Kenntniss derselben. Die Art des Scheitelwachthumes wurde von ihm im Allgemeinen richtig geschildert; er erkannte die endogene Anlage der Antheridien und den eigenthümlichen von dem aller übrigen Lebermoose abweichenden Bau der Archegonien; irrte aber bezüglich der ersten Entwicklungsstadien dieser Organe und namentlich des Sporogons, dessen Columella er als spätere Differenzirung aus ursprünglich gleichförmigem Gewebe ansah. Nach Hofmeister hat nun weiters fast jeder Entwicklungsvorgang der Pflanze und jedes Organ derselben eine eigene Bearbeitung erfahren. Janczewski entdeckte die, merkwürdiger Weise trotz ihrer so leichten Sichtbarkeit selbst von Hofmeister übersehenen Spaltöffnungen an der Ventralseite des Laubes, erkannte die eigentliche Natur der früher als Brutknospen gedeuteten dunkelgrünen Kugeln als Nostoccolonien, und studirte die Anlagestadien der Archegonien; Waldner erforschte Anlage und Entwicklung der Antheridien, Grönland beobachtete die Keimung der Sporen, und ich beschrieb die Entwicklung des Sporogons und den Bau und die Entstehung der Nostoccolonien.

Alle diese Studien ergänzten und corrigirten die Hofmeister'schen Angaben in nicht unbeträchtlicher Weise, und hatten vor Allem das Ergebniss, dass man sich immer mehr der Annahme zuneigte, es seien die Anthoceroteen von den übrigen Lebermoosen nicht weniger abweichend, als die Laubmoose, und sie müssten daher als eine selbstständige, jenen beiden Gruppen coordinirte Abtheilung betrachtet werden.

Ich habe die Gründe, welche für und gegen diese Anschauung sprechen, schon im allgemeinen Theile erörtert und ich brauche hier nicht mehr darauf einzugehen.



So weit meine Untersuchungen reichen, stimmen alle Arten der Gattung *Anthoceros* im Wachsthum ihrer Laubachsen durchaus überein. Der meist halbkreisförmige, aber sich öfters fast bis zu einem Kreise schliessende Thallus zeigt in seinem ganzen Umfange zahlreiche Scheitel, welche je nach der Ueppigkeit des Wachsthumes derselben bald in einer ziemlich tiefen Einbuchtung bald nur in einer ganz seichten Ausrandung gelegen sind. Der Scheitelrand wird eingenommen durch eine Reihe von Zellen, die sich nach dem Typus der keilförmigen Scheitelzelle\*) theilen. Ich will hier die Frage, ob eine derselben, wie es die Theorie verlangt, als Vegetationsscheitelzelle zu deuten sei, nicht weiter erörtern. Es kann dies um so mehr unterlassen werden, als auch bei Annahme einer solchen eine klarere Einsicht in die Vorgänge bei Anlage von Organen (Geschlechtsorgane, Rhizoiden, etc.) nicht gewonnen wird. Es verhalten sich nämlich die den Scheitelrand bildenden Zellen nicht allein in Bezug auf ihre dem Thalluszuwachs zu Gute kommenden Theilungen durch längere Zeit durchaus gleich; sie zeigen sich auch in Bezug auf Anlage der Geschlechtsorgane nicht verschieden, indem oft eine ganze Querreihe solcher Zellen in jedem ihrer durch eine schiefe Theilung gebildeten dorsalen Segmente ein Archegon anlegt (Taf. I, Fig. 13), ein Unterschied in ihnen also auch in dieser Beziehung nicht hervortritt. Wir können also die den Rand der Scheitelfläche einnehmenden Zellen als gleichwerthig ansehen, und wollen die aus ihnen durch die abwechselnd nach der Rücken- und der Ventralseite geneigten Wände abgeschnittenen Zellen als dorsale und ventrale Segmente bezeichnen. (Vergl. Taf. I, Fig. 25.)

Jedes dieser Segmente zerfällt durch eine der Oberfläche parallele Wand in eine Innen- und eine Aussenzelle. Aus der Gesammtheit jener geht der mittlere Theil des Thallusgewebes hervor, der von den beiderseits nach der Oberfläche hin liegenden Schichten durch etwas verlängerte Zellen unterschieden ist, ohne jedoch von ihnen scharf abgegrenzt zu sein. In diesen Zellen treten auch vor allem die an älterem Thallusgewebe so häufig zu beobachtenden Verdickungen ein, welche meist in Form von netzförmig vertheilten, weitere und engere Maschen umschliessenden, Leisten erscheinen, manchmal aber ganz entschieden eine spiralgige Anordnung erkennen lassen.

Ein höheres Interesse, als diese Innenzellen erregt das Verhalten der Aussenzellen, da ja aus ihnen alle in der Thallusoberfläche gelegenen Organe hervorgehen; also an der Ventralseite die Spaltöffnungen (und Rhizoiden), an der Dorsalseite die Geschlechtsorgane.

Ich bespreche zuerst die Entstehung der Spaltöffnungen:

Die Spaltöffnungen finden sich an verschiedenen Individuen und den verschiedenen Scheiteln derselben in höchst ungleicher Anzahl und Vertheilung. Wenn man nämlich einerseits höchst selten einen Scheitel findet, wo sie ganz fehlen, so ist doch ihre Zahl in der Regel eine ganz geringe und es kommt nur selten vor, dass man in der Scheitelpartie

\*) Heft III, pg. 8.



mehr als zwei oder drei derselben findet. So verhält es sich mit den am natürlichen Standorte gewachsenen Pflanzen. An den in Cultur gezogenen Trieben aber, und zwar wieder nur an denen, die vom Substrate weg frei nach aufwärts wachsen, finden sie sich in viel grösserer und manchmal in überraschend reicher Zahl, und ich habe in Fig. 24 ein solches Object abgebildet. In Bezug auf ihre Vertheilung ist eine Regelmässigkeit nicht wahrzunehmen, nur so viel ist sicher, dass sie in ihrer gegenseitigen Lagerung von der dorsalen Segmente abhängig sind, in denen sie bald nach der Abscheidung ihrer ersten Aussenzellen entstehen. In Fig. 24 zeigen die drei rechts und in einer Querreihe gelegenen Spaltöffnungen ihre Beziehung zu den dorsalen Segmenten auf das Auffälligste. Die beiden eine Spaltöffnung bildenden Schliesszellen entsprechen in ihrer Umgrenzung der Aussenfläche eines Segmentes, und Fig. 14 zeigt, dass die Spaltöffnung die ganze Tiefe der primären Aussenzelle durchsetzt, also bis an die Innenzelle reicht. Daraus ergibt sich, dass die beiden Schliesszellen unmittelbar aus der primären Aussenzelle hervorgehen, und somit auch unter sich Schwesterzellen sind. Da die dieselben bildende Wand (erste Theilungswand der Aussenzelle) mehr weniger genau eine Längswand ist, so liegen die beiden ursprünglichen Schliesszellen im Scheitel neben einander. Ganz in gleicher Weise theilen sich aber auch jene Aussenzellen, in denen später eine Spaltenbildung nicht eintritt. Daraus folgt, dass der Theilungsschritt, welcher zur Bildung der beiden Schliesszellen führt, kein für die Spaltöffnungsbildung charakteristischer ist, eben so wenig als die, als Mutterzelle der beiden Schliesszellen fungirende Aussenzelle durch einen bestimmten, in anderen Segmenten nicht stattfindenden Theilungsmodus angelegt wird. Dadurch aber unterscheidet sich die Bildung der Spaltöffnungen bei *Anthoceros* wesentlich von der bei den Gefässpflanzen, wo schon die Mutterzelle der beiden Schliesszellen in Folge eines bestimmten Theilungsvorganges entsteht, und wo die sie später theilende Wand in jedem Falle zur Bildung der beiden Schliesszellen führt. Ein weiterer Unterschied besteht aber auch darin, dass bei *Anthoceros* die beiden ursprünglichen Schliesszellen noch weitere ganz unregelmässige und in Lage und Zahl wohl nur vom Gesamtwachsthum des betreffenden Thallustheiles abhängige Theilungen erleiden. So kommt es, dass, während die jungen Spaltöffnungen in Gestalt so ziemlich übereinstimmen, sie in dem Maasse, als sie aus dem Scheitelpunkt herausrücken, einander unähnlicher werden, sowohl was die Form und Grösse der Spalte betrifft, als auch hinsichtlich der Zahl und Form der die letztere umgrenzenden Zellen. \*)

Eine von mir übrigens nur Einmal beobachtete Abweichung zeigt Fig. 24 an der am meisten nach links gelegenen Spaltöffnung: Hier führen in einen Intercellularraum zwei Oeffnungen. Es lässt sich dies kaum anders erklären, als in der Weise, dass nach Bildung einer normalen Spaltöffnung in der Aussenzelle eines Segmentes (es wäre diess die

---

\*) Man vergl. die Figuren in meiner Abhandlung: Die Nostoccolonieen im Thallus der Anthoceroteen. Sitzber. der kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Bd. LXXVII.



obere dem Scheitel nähere Oeffnung) eine secundär aufgetretene an den Spaltenrand sich ansetzende Theilungswand sich neuerdings gespalten hätte.

Der der Athemhöhle der Spaltöffnung höherer Pflanzen entsprechende Intercellularraum ist der zuerst gebildete Theil des Organes. Er ist vom Anfange an mit einem hyalinen Schleim erfüllt und könnte vielleicht am besten als „Schleimhöhle“ bezeichnet werden, wie es auch zweckmässig wäre, diese Schleim secernirenden Spaltöffnungen, entsprechend den Ausdrücken: Luftspalten, Wasserspalten, als „Schleimspalten“ zu bezeichnen. Ich möchte auch glauben, dass in der Schleimsecretion die physiologische Bedeutung dieser Gebilde liegt, welche hier, anstatt der fehlenden Keulenhaare, die bei anderen Lebermoosen den Scheitel in Schleim einhüllen, derselben Function vorstehen. Wir werden es darnach auch verständlich finden, warum die Spaltöffnungen, sobald sie in grössere Entfernung vom Scheitel zu liegen kommen, in dieser Weise zu functioniren aufhören. In dem Maasse nämlich, als mit dem Herausrücken der Schleimspalten aus der Scheitelregion die weiteren Theilungen in den Schliesszellen fortschreiten, wird die Umgrenzung der Spalte undeutlicher. Durch die nun folgende Gewebestreckung wird aber auch die Spalte erweitert und das ganze Organ stellt dann später eine mehr weniger flache Mulde dar, die endlich ganz unkenntlich wird, wozu selbstverständlich der dichte Rhizidenfilz, der an älteren Thallustheilen sich in so reichem Maasse entwickelt, nicht wenig beiträgt. \*)

Die Veränderungen, welche die Schleimspalte, erleidet, wenn sich in derselben Nostoc ansiedelt und die Betheiligung des Thallus bei der Bildung der Nostoccolonie habe ich schon an anderen Orten \*\*) ausführlich geschildert. Ich will hier nur das Wesentlichste hervorheben.

Die Infection erfolgt immer an ganz jungen Organen, indem ein Nostocfaden durch die Spalte in die Schleimhöhle eindringt. Sie kann aber wahrscheinlich auch durch einzelne Nostoczellen erfolgen, welche bei weiterer Oeffnung der Spalte (wohl passiv bewegt, ähnlich anderen heterogenen Körpern, die man öfter in solchen Höhlen findet) eingeführt werden können. \*\*\*) Bei einigen Anthocerosarten mit weiteren und auch an älteren Thallustheilen noch erkennbaren Spalten wie *A. vicentianus* (ebenso bei *Notothylas*arten) findet man oft einzelne grössere oder ein ganzes Nest kleinerer Diatomaceen die Höhle erfüllend und bei der genannten Art fand ich mehrere Male ein Bündel uhrfederartig aufgerollter *Oscillaria*fäden die bedeutend erweiterte Höhle erfüllend. Was aber die Infection durch Nostoc ganz wesentlich von der durch andere Organismen unterscheidet, ist die Einwirkung, welche dieser Organismus auf das Gewebe von *Anthoceros* ausübt. In keinem anderen Falle ist an

---

\*) An den aufrechtwachsenden schwächtigen Culturtrieben ist auch die Haarbildung eine sehr geringe, und es gelingt in Folge dessen ohne Schwierigkeit, die Spalten auch an älteren Thallustheilen aufzufinden.

\*\*) Man vergleiche: Die Nostoccolonien etc. l. c.

\*\*\*) Vergleiche: Nostoccolonien etc. pg. 3 et seq.



diesem irgend welche active Veränderung je zu beobachten. Selbst bei Infection mit der so nahe verwandten *Oscillaria* ist höchstens eine passive Veränderung zu beobachten, insoweit nämlich als die Schleimhöhle wie der Spalt bedeutend ausgedehnt erscheinen, was, wie ich glaube, und schon erwähnt habe, daher rührt, dass die uhrfederartig eingerollten Fäden in Folge ihrer Elasticität zerrend auf das umliegende Gewebe einwirken. Ist aber die Infection mit *Nostoc* erfolgt, so beginnt sogleich, in den umliegenden Zellen namentlich und zuerst in den Schliesszellen ein rascher Theilungsprocess, in Folge dessen die Spalte geschlossen wird. In dem Maasse als sich nun *Nostoc* vermehrt, wachsen die Wandzellen der Schleimhöhle zu Schläuchen aus, die sich verzweigend und rasch theilend, endlich unter sich und mit den zwischen ihnen befindlichen Einwanderern in so innige Berührung treten, dass es allerdings den Anschein hat, als ob ein echtes Parenchymgewebe vorhanden sei, in dessen Intercellularräumen *Nostoc* angesiedelt wäre.

Bei unseren einheimischen *Anthoceros*arten wollte mir auch die Darstellung und Freipräparirung der Schläuche nie recht gelingen. Wenn man nämlich mässig dünne Schnitte nach dem Schulze'schen Macerationsverfahren etwas macerirt, dann auswäscht und mit einem feinen Pinsel betupft, so gelingt es, den grössten Theil der *Nostoc*zellen zu entfernen. Die zurückbleibenden Gewebezellen aber hängen unter sich noch fest zusammen, erscheinen ziemlich isodiametrisch und polyedrisch, und ihr Zusammenhang zu Schläuchen tritt nicht hervor. Wohl aber ist diess der Fall bei *Anth. vicentianus* und namentlich bei *Dendroceros*arten, von denen wieder meiner Erfahrung nach *D. crispus* diese Verhältnisse weitaus am schönsten zeigt.

Der Bau der Nostockugeln ist also bei *Anthoceros* ganz derselbe, wie bei *Blasia*, wo ja die früher auch von mir für eine einzige verzweigte Zelle gehaltenen Schläuche später als gegliedert erkannt wurden. Ein Unterschied besteht nur darin, dass bei *Blasia* \*) dieselben einen gemeinsamen Ausgangspunkt haben, also sämmtlich durch Auszweigung einer einzigen bestimmten Zelle entstehen, während hier alle Zellen der Wandfläche des Hohlraumes zu deren Bildung befähigt sind.

Die *Anthoceros*arten sind, soweit meine Beobachtungen reichen, monöcisch. In der Regel stehen Antheridien und Archegonien ohne bestimmte Ordnung durcheinander. Oefters aber tritt an einem Individuum ein Geschlecht (das weibliche) in überwiegender Menge auf, und manchmal findet man, dass einzelne Thallomlappen nur eingeschlechtlich sind, wenn auch an den übrigen Lappen derselben Pflanze beide Arten von Organen durcheinander stehen. Für die *Antheridien* hatte schon Hofmeister \*\*) die endogene Entstehung nachgewiesen. Nach seinen Angaben bilde sich nahe der Vegetationsspitze durch Abheben der obersten Zellschichte ein linsenförmiger mit wässriger Flüssigkeit erfüllter Intercellularraum. In diesen

---

\*) Vergl. Heft I, pg. 22.

\*\*) Vergl. Untersuchungen pg. 4.



hinein wüchsen nun einzelne Zellen der ihn nach innen begrenzenden Zellschichte zu Papillen aus — welche die Mutterzellen der Antheridien darstellen. Bezüglich des Aufbaues der Antheridie glaubte Hofmeister, dass die Antheridienmutterzelle länger dauerndes Spitzenwachsthum zeige, das (entweder vom Anfange an oder nach vorausgegangener ein- bis zweimaliger Quertheilung) mit zweisehnidiger Scheitelzelle erfolge. Da jedes Segment nun durch eine Radialwand getheilt wird, „entsteht ein kurzer keuliger Zellgewebseylinder, aus vier Zellreihen zusammengesetzt.“ Eine dieser nahe dem Scheitel gelegenen Zellen scheide nun durch tangente Theilung eine Innenzelle ab, welche die Mutterzelle sämtlicher Samenbläschen darstellt.

Diese Angaben wurden durch die Untersuchungen Waldner's\*) in mehreren Punkten berichtigt. Es zeigte sich, dass die Antheridienmutterzelle allerdings endogener Entstehung, die Bildung des Intercellularraumes aber ein secundärer Vorgang sei, der erst mit dem Beginne der Theilungen in der Antheridienmutterzelle eintrete. Bezüglich des Aufbaues des Antheridiums ist es richtig, dass in einem gewissen Stadium dasselbe einen aus mehreren Stockwerken quadrantisch gelegener Zellen bestehenden Zellkörper darstellt. Es baut sich derselbe aber nicht durch Spitzenwachsthum auf, sondern durch intercalares. Die Antheridienmutterzelle zerfällt nämlich durch sich unter rechten Winkeln kreuzende Längswände, in vier neben einanderliegende Zellen, die nun durch (anfangs) basipetal fortschreitende Quertheilungen gegliedert werden. Das oberste Stockwerk und das diesem angrenzende, aber weit niedrigere, also flach scheibenförmige (öfters noch ein ähnliches darauf folgendes) werden zum Körper des Antheridiums, und es vollzieht sich in allen Zellen sogleich die Differenzirung von Wand- und Innenzellen, aus welchen letzteren die Samenbläschen hervorgehen.

Diese Untersuchungen wurden besonders für die ersten Stadien an einer Neu-Seeländischen Anthocerosart (*A. Vicentianus*?) gemacht, wo in jeder Höhlung immer nur ein Antheridium angelegt und entwickelt schien. Bei Wiederaufnahme der Untersuchungen handelte es sich also vor allem darum, zu erforschen, wie die Anlage mehrerer Antheridien (deren nach Hofmeister bis zu zwanzig in einer Höhle angelegt werden können) erfolge, es war aber auch die noch unerledigt gebliebene Frage zu beantworten, wie die Antheridienmutterzelle aus dem Segmente entstehe, welcher morphologischer Werth ihr also diesbezüglich zukomme. Liesse sich der letztere nämlich vollkommen genau feststellen, so war auch jeder immerhin noch mögliche Zweifel bezüglich der endogenen Anlage durchaus beseitigt. Es schien uns denn noch immer möglich, dass die Antheridienmutterzelle anfangs oberflächlich gelegen sei und erst später überwachsen werde, was aber selbstverständlich ungemein nahe am Scheitelrande stattfinden müsste.

Bezüglich des ersteren Fragepunktes war schon die Thatsache bekannt, dass die Insertionspunkte sämtlicher Antheridien einer Gruppe sehr nahe beisammen liegen, und

\*) Entwicklung des Antheridiums von Anthoceros. Sitz. Ber. der Wiener Akad. Bd. LXXV.



dass Antheridien verschiedenen Alters dicht neben einander sich finden. Es war also a priori nicht unwahrscheinlich, dass die Mutterzellen sämtlicher Antheridien einer Gruppe der Theilung einer Urmutterzelle ihre Entstehung verdanken, die in anderen Fällen — wie an der früher untersuchten Neuseeländischen Art — in ihrer Gänze eine einzige Antheridie bildet.

Bezüglich der Anlage zweier Antheridien konnten wir diese Vermuthung bestätigen. Dieselben werden durch Längstheilung einer Zelle angelegt, die in Form und Lage vollkommen mit der übereinstimmt, wie sie bei anderen Arten das einzige Antheridium bildet. Die Lage dieser Theilungswand stimmt durchaus mit der Lage der ersten Theilungswand eines Antheridiums überein, und es gleicht die einmal längsgetheilte Antheridie so sehr der Anlage eines Antheridien-Paares, dass man öfters unsicher ist, ob man den einen oder den andern Fall vor sich habe. In Fig. 17 ist ein solches Stadium abgebildet, und nur die etwas breitere Insertion und vor allem die Scheitelansicht, welche deutlich die gesonderten kopfartigen Hervorwölbungen beider Anlagen zeigte, verschaffte darüber Gewissheit, dass wir die Anlagen zweier Antheridien vor uns hatten. Schon gesonderter von einander sehen wir die beiden Antheridien in Fig. 18, und die Spitzenansicht zeigte in jedem derselben die Kreuztheilung, ein Beweis, dass in jeder der beiden Anlagen die selbstständige Entwicklung ihren Anfang genommen. \*)

Diess Alles, so glauben wir, berechtigt uns zu der Annahme, die Anlage zweier Antheridien als einen Verzweigungsvorgang aufzufassen, der mit dem Auftreten der ersten Längstheilung der ursprünglichen Antheridienmutterzelle eingeleitet wird, oder mit anderen Worten: die beiden Antheridienmutterzellen sind Schwestern, hervorgegangen durch Theilung einer Urmutterzelle, die aber in anderen Fällen directe und ohne frühere Verzweigung zur Antheridie sich entwickeln kann. Ist diese Deutung des bei Anlage zweier Antheridien sich vollziehenden Vorganges die richtige — und wir wissen keine Gründe, welche dagegen sprechen würden — so wird sie auch bezüglich der Anlage mehrerer Antheridien angewendet werden können. Denn, in jedem Falle wiederholt sich ja in dem, einem selbstständigen Entwicklungsgesetze folgenden Zellenpaare wieder die Längstheilung, die, wo keine Verzweigung damit angelegt wird, als erste Theilung der Antheridie erscheint, im anderen Falle aber als Theilungs- (Dichotomirungs-) Wand eine weitere Verzweigung einleitet. Wir erklären uns in dieser Weise ganz leicht die ausnahmslos vorkommende gemeinsame Insertion sämtlicher Antheridien einer Gruppe (die also nach unserer Anschauung sämtlich aus einer Urmutterzelle hervorgehen), eben so aber auch das ungleiche Alter derselben, da ja in dem einen Zweige sogleich die Antheridienbildung beginnen kann, während in einem andern die ersten Theilungen noch weitere Verzweigungen einleiten.

Es ist zweifellos möglich, die Richtigkeit dieser Vermuthung durch directe Beobachtung zu prüfen. Es ist uns dies, trotz vieler Mühe, die wir darauf verwendeten,

\*) Man vergl. die Zeichnungen in Waldner's oben citirter Abhandlung.



nicht gelungen, da vollkommen geeignete Altersstadien nicht zur Beobachtung gelangten, die aufzufinden denn doch eigentlich nur Sache des Zufalles sein muss, da bei eigens nur zur Beantwortung dieser Frage angestellten Untersuchungen die Summe der möglicher Weise zu verwendenden Zeit und Mühe in keinem Verhältnisse zur Wichtigkeit des Resultates stehen würde.

Auch die zweite Frage, wie nämlich die Antheridienmutterzelle aus dem Segmente entstehe, können wir nicht mit voller Sicherheit beantworten. In dem Stadium nämlich, wo die Antheridienmutterzelle bestimmt als solche erkannt werden kann, sind die Segmentgrenzen namentlich nach der Ventralseite hin, nicht mehr genau erkennbar. Die Stadien, wie sie von Waldner in Fig. 1 und 2 seiner oben citirten Abhandlung dargestellt wurden, und denen sich Fig. 17 unserer Tafel anschliesst, sind so ziemlich die jüngsten, in denen man überhaupt noch die Antheridienmutterzelle als solche erkennt. Aus diesen und ähnlichen Bildern geht so viel hervor, dass die Antheridienmutterzelle eine Theilzelle eines dorsalen Segmentes ist, und dass die dieselbe an der Dorsalseite deckenden (2—3) Schichten aus einer hervorgehen. Wahrscheinlich ist es weiter, dass aus dem dorsalen Segmente vor Anlage der Antheridienmutterzelle eine Innenzelle abgeschnitten wird, dass in der so gebildeten Aussenzelle durch auf ihrer Aussenfläche senkrechte Theilungen mehrere neben einander liegende Aussenzellen entstehen, und dass nun aus einer von diesen durch eine der Aussenfläche parallele Wand die zur Decke des Hohlraumes werdende Zelle von der (inneren) Antheridienmutterzelle abgeschnitten wird. Ist dies richtig, dann ist selbstverständlich die Entstehung der Antheridien endogen; ein Vorgang, der in der ganzen Gruppe der Muscineen nirgends mehr vorkommt.

Es wäre aber noch immerhin möglich, dass die Anlage denn doch oberflächlich erfolge. Es ist einmal unzweifelhaft, dass in gewissen Fällen Antheridien auch oberflächlich gebildet werden können. An den schwächtigen, in der Zimmercultur gewachsenen Trieben von *A. laevis* und *punctatus* finden sich nämlich die Antheridiengruppen gar nicht so selten im Grunde muldenförmiger Vertiefungen, die nachweisbar nicht durch Zerreißen der Deckschichten (wie in normalen Fällen) aus ursprünglich ringsum geschlossenen Höhlungen entstanden waren. Denn es fanden sich einmal die Antheridien solcher Gruppen, entsprechend ihrer geringen Entfernung vom Scheitel in noch ganz unreifem Zustande (waren erst bis zur Differenzirung der Innenzellen vorgeschritten), es setzte sich aber weiters die oberflächliche Zellschicht des Laubes continuirlich in die Mulde hin fort. In anderen Fällen war allerdings eine im Laube versenkte Höhlung gebildet, sie mündete aber an der Dorsalfläche in eine in die Länge gezogene, gewiss nicht durch Zerreißen des Gewebes gebildete Spalte und einmal beobachteten wir bei einer derartig ausgebildeten Antheridienhöhle das eine Antheridium ganz in der Höhle verborgen, das andere aber auf einem auffallend verlängerten Stiele aus der Spalte hervorragend. Es ist wohl kein Zweifel, dass in allen diesen Fällen die Antheridien in oberflächlichen Zellen angelegt wurden, wie aber



diese Bildungen mit den normalen zusammenhängen, bleibt ungewiss. Es könnte nämlich in solchen abnormen Fällen die Abscheidung der zur Decke der Höhlung werdenden Zellen unterbleiben und somit die exogene Entstehung an sich schon abnorm sein, es könnte aber auch (und vielleicht in Folge der starken Längsstreckung) nur die Ueberwachsung (Versenkung) der Antheridienmutterzelle unterblieben sein, die in den gewöhnlichen Fällen die oberflächlich gelegene Antheridienmutterzelle erleidet.

Sollte der letztere Vorgang in der Wirklichkeit stattfinden (was aber kaum wahrscheinlich ist), dann müsste die Ueberwachsung allerdings sehr früh und wahrscheinlich zu einer Zeit stattfinden, wo die Antheridienmutterzelle als solche nicht erkannt werden kann.

Die Anlage und der Aufbau des Archegons wurden von Janeczewski\*) studirt: Die Anlage desselben geschieht in einem dorsalen Segmente unmittelbar nach Abscheidung der ersten Innenzelle (Vergl. pg. 13 und Fig. 25). An vegetativen Segmenten zerfällt die so entstandene Aussenzelle durch eine ihrer grund- und ebenso ihrer scheitelsichtigen Seitenwand unter rechten Winkeln aufgesetzte (Längs-) Wand in zwei neben einander liegende Zellen, die dann senkrecht auf der früheren Theilungsrichtung halbirt werden, so dass nun die ursprüngliche Aussenzelle in vier quadrantisch gelegene Oberflächenzellen getheilt erscheint. In der archegonienbildenden Aussenzelle verläuft aber die erste Theilungswand zwischen ihrer grund- und scheitelsichtigen Seitenwand in schiefer Richtung\*\*) (Fig. 13, Wd. 1), und in der grösseren der so gebildeten Zellen folgen nun zwei weitere Theilungen (Wd. 2 und 3), welche zu dem Resultate führen, dass die ursprüngliche Aussenzelle nun in eine mittlere (Fig. 13 a, a, b, c) und drei periphere Zellen zerlegt erscheint. Es wurde schon von Janeczewski darauf aufmerksam gemacht, dass dieser Theilungsvorgang ganz dem entspricht, wie er bei den übrigen Moosen die Bildung des Archegons einleitet, und dass bis zur Erreichung dieses Entwicklungsstadiums der Unterschied eigentlich nur darin besteht, dass hier die Archegonmutterzelle im Thallusgewebe versenkt bleibt. Die nun folgende Verdopplung der drei peripherischen Zellen durch Radialwände, die Spaltung der so entstandenen sechs Zellen durch Tangentialwände (ein Vorgang, der sich wiederholen kann, die zugleich eintretende Bildung zweier Stockwerke — lauter Vorgänge, welche von Janeczewski genau beschrieben wurden — erkennt man vollkommen deutlich durch Vergleichung der Fig. 13 und 14, und es wäre überflüssig, darauf weiter einzugehen. Bezüglich der mittleren Zelle möchte ich jedoch darauf aufmerksam machen, dass nach ihrer ersten Quertheilung, durch welche die Centralzelle abgeschnitten wird (Fig. 14), in der oberen Zelle sogleich die Abscheidung der Deckelzelle erfolgt, dass also in dem Stadium, wo die mittlere Zellreihe aus drei Zellen besteht, schon Central- und Deckelzelle differenzirt erscheinen; dass somit die Reihe von (bis 12) Hals-

\*) Bot. Zeitung 1872, Nr. 22.

\*\*) In seltenen Fällen kann sie auch als Querwand erscheinen (Fig. 13 a im Archegon c).



canalzellen (so wie bei den übrigen Lebermoosen) durch Theilung einer zwischen Central- und Deckelzelle gelegenen Zelle hervorgeht, der Halscanal also auch hier durch intercalare Theilung aufgebaut wird. Der Vorgang bei Theilung der Deckelzelle bedarf noch einer weiteren Betrachtung: Sie erscheint schon kurz nach ihrer Bildung und schon zur Zeit, wenn die Zahl der Halscanalzellen zwei beträgt, in zwei neben einander liegende Zellen getheilt, die aber immer an Grösse verschieden und so gelegen sind, dass die kleinere derselben an die zuerst gebildete Wandzelle des Archegons anstösst. Es wurde schon oben bemerkt, dass die drei, die mittlere Zelle umgrenzenden Wände in der Richtung einer Spirale und mit der Divergenz von c.  $60^{\circ}$  auf einander folgen, dass also jene anfangs dreieckigen Querschnitt zeigt, und in Spitzenansicht einer tetraedischen Scheitelzelle gleicht, die von den drei jüngsten Segmenten umgeben ist. Die erste Theilungswand in der Deckelzelle setzt dann ausnahmslos (und nicht blos bei *Anthoceros*, sondern auch bei *Dendroceros* und *Notothylas*) diese dreiseitige Segmentirung fort, ist also der Wand 1 parallel (Wd. 4 in Fig. 13 b). Das vierzellige Deckelchen kommt nun in der Weise zu Stande, dass in der grösseren Zelle eine weitere Wand (5) mit gleicher Divergenz und im Verlaufe derselben Spirale auftritt, während die kleinere (durch Wd. 4 gebildete) Zelle durch eine Radialwand getheilt wird. Während dieser Vorgänge in der Deckelzelle hat der Halscanal die Zahl seiner Zellen vermehrt und aus der Centralzelle erscheint die Bauchcanalzelle abgeschnitten (Fig. 16). Die Seitenwände der Halscanalzellen werden schon während dieses Vorganges sehr stark verdickt (Fig. 13 c) und öfters erstreckt sich diese Verdickung auch auf Theile des Deckelchens und selbst der Centralzelle. Sie verwandeln sich endlich in eine Gallertschichte, während die ohnedies sehr dünn bleibenden Querwände vollständig aufgelöst werden.

Bezüglich der Oeffnung der Archegone liegt meines Wissens in der Literatur eine bestimmte Angabe nicht vor und auch uns gelang es nicht, den Vorgang zu beobachten. Aus dem Umstande aber, dass man an der Mündung anscheinend eben erst geöffneter Archegonien nie anhaftende Zellen des Deckelchens findet und aus dem schon oben erwähnten Umstande, dass die Verschleimung der Seitenwände der Halscanalzellen auch die Deckelzellen trifft (Fig. 13, c), glauben wir schliessen zu dürfen, dass die Oeffnung nicht wie bei Archegonien anderer Pflanzen durch einfaches Auseinanderweichen der Deckelzellen, sondern durch theilweise Zerstörung und Abwerfung derselben gebildet wird.

Die Embryo-Entwicklung habe ich schon an anderen Orten\*) bekannt gemacht. Ich zeigte dort, dass der Embryo in einem gewissen Stadium aus zwei bis drei Stockwerken von je vier quadrantisch geordneten Zellen besteht und dass die beiden oberen Stockwerke später in Innen- und periphere Zellen zerlegt werden. Wir können bis zu diesem Zeitpunkte die Entwicklung als im Wesentlichen gleich verlaufend mit der ansehen,

---

\*) Entwicklung der Kapsel von *Anthoceros* in Sitzber. der k. Ak. d. Wiss., Bd. LXXIII.



wie sie sich auch bei anderen Lebermoosen (namentlich Jungermanniaceen) vollzieht. Während nun aber bei diesen die Innenzellen (wenigstens der obersten Stockwerke) zur Bildung der Sporen (und ev. Elateren) verwendet werden, bilden sie bei *Anthoceros* einzig nur die Anlage der Columella. Die die Innenzellen umschliessende Schichte von Zellen wird bei den übrigen Lebermoosen im Allgemeinen zur Kapselwand, die entweder einschichtig bleibt, oder durch tangente Spaltung mehrschichtig wird. Auch bei *Anthoceros* tritt schon in frühester Jugend des Embryo eine tangente Spaltung ein; die innere der so gebildeten Schichten, die unmittelbar an die Columella grenzt und dieselbe glockenförmig überdeckt, wird aber zur sporenbildenden Schichte, und nur die äussere ist die Anlage der Kapselwand. Es entspricht also das bei *Anthoceros* die Columella bildende Gewebe morphologisch dem sporenbildenden Gewebe der übrigen Lebermoose.

Ich habe damals betont, dass aus diesen Gründen die Vergleichung der *Anthoceros*-Columella mit dem axilen Elaterenbündel bei *Pellia*, wie es Hofmeister wollte, unstatthaft ist, und dass *Anthoceros* bezüglich dieser Verhältnisse unter allen Lebermoosen allein dasteht. Auch zur Vergleichung mit der Laubmooskapsel ergaben sich keine Anhaltspunkte, da durch die Untersuchungen von Kienitz-Gerloff und Vouk wenigstens für die Bryinen nachgewiesen wurde, dass die Columella sammt der sporenbildenden Schichte aus den ursprünglichen Innenzellen (dem „Grundquadrat“) hervorgehe. Dasselbe ist nun nach neueren Untersuchungen Waldner's auch bei *Andreaea* der Fall, und wahrscheinlich verhält sich auch *Sphagnum* trotz seines abweichenden Scheitelwachstumes nicht anders.

Alle diese Erwägungen und vor allem die Untersuchungen über die Kapselentwicklung bei *Notothylas*, welche mir die Ueberzeugung verschafften, dass diese in jeder anderen Beziehung der Gattung *Anthoceros* so nahe stehende Pflanzenform in der Differenzirung der Gewebe des Sporogons mit den Laubmoosen übereinstimmt, legten mir die Pflicht auf, die Untersuchungen für *Anthoceros* nochmals aufzunehmen. Ich habe nun nach dem Erscheinen meiner oben erwähnten Abhandlung nicht allein *A. laevis* nochmals in Bezug auf Kapselentwicklung studiert, ich habe auch *A. punctatus* und ein Paar ausländische Arten (*A. papillosus* und *vicentianus*) diesbezüglich untersucht, und habe mich nun nochmals von der Richtigkeit der meiner früher gemachten Angaben überzeugt.

Ich habe auf Taf. I aus den zahlreichen auf diesen Gegenstand Bezug nehmenden Zeichnungen eine Auswahl getroffen, welche wie ich glaube, wohl geeignet sein werden, hin und wieder noch immer auftretende Zweifel bezüglich der Richtigkeit meiner damals gemachten Angaben zu zerstreuen.

Fig. 1 zeigt einen achtzelligen Embryo im optischen Längsschnitte. Die vier das untere Stockwerk bildenden Zellen beginnen papillös auszuwachsen. Fig. 2 einen zwölfzelligen Embryo darstellend, zeigt die Zahl der Stockwerke auf drei vermehrt (durch Spaltung des oberen); die schlauchförmigen Fortsätze des untersten Stockwerkes sind be-



deutend verlängert. \*) Fig. 9 zeigt die beiden oberen Stockwerke in Aussen- und Innenzellen differenziert; letztere sind die Anlage der Columella (Fig. 9 b). In Fig. 3 ist die Anlage der die Columella bildenden (16) Zellreihen vollendet, dessgleichen die sporenbildende Schichte aus den peripherischen Zellen abgeschieden. Die Zellen des Fusses sind zu gegliederten Schläuchen ausgewachsen, welche sich mit den gleichfalls auswachsenden Zellen des Thallusgewebes zu einem später nicht mehr zu trennenden Geflechte verbinden. \*\*) Fig. 10 zeigt den die Columella darstellenden Zellstrang in Bezug auf seine Mächtigkeit (im Querschnitt sechzehnzahlig) \*\*\*) vollständig angelegt. Darüber wölbt sich die sporenbildende Schichte, deren Entstehung aus den peripherischen Zellen auf das Unzweifelhafteste hervortritt. Dasselbe zeigt Fig. 11, für welche sich die Deutung der einzelnen Gewebepartieen durch Vergleichung mit Fig. 10 von selbst ergibt.

Wir haben also schon in den frühesten Embryonalstadien sämtliche Gewebe der Kapsel angelegt, ja die Columella in ihrer ganzen Mächtigkeit vorhanden; und im Wesentlichen besteht das ganze weitere Wachsthum nur mehr in Verlängerung der so angelegten Gewebe, welche durch die oft ungemein lange andauernde intercalare Zelltheilung am Grunde der Kapsel eingeleitet wird. Da dieser Entwicklung entsprechend auch die Anlage und Ausbildung der Sporen basipetal fortschreitet, so kann es geschehen, dass der obere Theil der Kapsel schon lange geöffnet ist, und seine Sporen entleert hat, während im unteren Theile noch nicht einmal Sporenmutterzellen angelegt sind, und wenn wir bedenken, dass die Kapseln bei manchen Anthocerosarten eine ganz enorme Länge erreichen (bei *A. giganteus* bis 7 Cm.), so werden wir zur Annahme gedrängt, dass die Sporenproduction aus derselben Kapsel durch Wochen hindurch anhalten dürfte, und ich glaube, dass dieselbe überhaupt erst sistirt wird, wenn durch das Absterben des umliegenden Thallusgewebes die weitere Ernährung der Kapsel aufhört. Nur so können wir uns die merkwürdige Thatsache erklären, dass sich keine Kapsel auffinden lässt, welche bis an ihren Grund hin ausgereifte Sporen zeigen würde, immer finden wir von der reifen Sporen zeigenden Region grundwärts alle Stadien der Sporenentwicklung bis zur Anlage der Sporenmutterzellen vertreten.

Da ich die weiteren Details der Kapselentwicklung schon in der oben gedachten Abhandlung mitgetheilt habe, so halte ich es für überflüssig, nochmals darauf zurückzu-

---

\*) Von *A. vicentianus*. Bei unseren Arten beobachtete ich an jungen Embryonen nie eine so starke Schlauchbildung.

\*\*) In solchen Stadien und ausnahmsweise wohl auch noch in späteren gelingt die Freipräparirung des Fusses erst an Objecten, die längere Zeit in ziemlich concentrirter Kalilösung gelegen sind.

\*\*\*) Ich habe hier keine Querschnitte beigegeben, bezüglich derer ich auf meine frühere Abhandlung verweise.



kommen und kann behufs der weiteren Ausführungen auf jene verweisen.\*) Ich will hier nur einige Thatsachen noch mittheilen, welche damals — weil dem Zwecke der Abhandlung ferner — keine Besprechung fanden und die erst durch die wiederholte Untersuchung klar gestellt werden konnten.

Bezüglich der weiteren Ausbildung der sporenbildenden Schichte und der Differenzirung ihrer Zellen in Sporenmutterzellen und sterile (d. i. Elateren) gelten dermalen noch immer die Hofmeister'schen Angaben:

„Unmittelbar vor dem Sichtbarwerden der Sporenmutterzellen bestehe die sporenbildende Schichte aus niedergedrückten flachen Zellen. Diejenigen, welche zu Mutterzellen der Sporen werden sollen, treten aus ihrem Zusammenhang mit den Nachbarzellen, und nehmen sphärische Form an. Die zur Bildung von Schleudern bestimmten Zellen aber bleiben niedriger, strecken sich dafür in radialer Richtung, theilen sich dann ein- oder zweimal senkrecht darauf, und stellen drei bis viergliederige zwischen Kapselwand und Columella verlaufende Fäden dar.“

Aus dieser Darstellung folgt offenbar, dass Hofmeister der Ansicht war, dass mit dem Heraustreten der Zellen aus der Region, in welcher (durch Quertheilungen) das Längenwachsthum des Sporogons stattfindet, in ihnen vor Anlage der Sporenmutterzellen und Elateren weitere Zelltheilungen nicht mehr stattfinden, dass also die Zellen der fertilen Schichte aus jener Region durchaus gleichgeformt hervortreten und ohne weitere Theilungen zu erfahren, theils zu Sporenmutterzellen, theils zu Elaterenmutterzellen sich umbilden. Nach meinen Untersuchungen ist dies nicht der Fall. Unmittelbar unterhalb der Region, in welcher die Abrundung und Isolirung der Sporenmutterzellen stattfindet, und diese somit erkenntlich werden, erleiden die Zellen der fertilen Schichte noch sehr zahlreiche Theilungen, welche theils senkrecht auf derselben erfolgen, theils zu ihr tangential sind. Die Figuren 4—7 werden besser, als diess durch eine Beschreibung möglich ist, die Mannigfaltigkeit dieser Theilungsvorgänge anschaulich machen. Im Allgemeinen erhält man den Eindruck, als ob aus jenen Urmutterzellen kleinere Zellen abgespalten würden, deren längste Durchmesser aber theils in der Fläche der fertilen Schichte liegen theils auf dieser senkrecht stehen. So sind in Fig. 6 die Zellen a, b, c den Hofmeister'schen Elateren entsprechend

---

\*) In Taf. I, Fig. 9 ist ein Embryo abgebildet, dessen eine Hälfte in einen Fortsatz ausgezogen erscheint, der in die Archegonmündung hineinragte. Ich fand solche Fortsätze öfters auch an älteren Embryonen, an denen schon die sporenbildende Schichte angelegt war, ja einmal fand ich einen dem in Fig. 11 dargestellten ungefähr entsprechenden, der einen haarförmigen Fortsatz fast von  $\frac{1}{3}$  seiner eigenen Länge entwickelt hatte. Es sind dies Bildungen, die wohl von dem mangelhaften Verschluss des Halscanals herrühren. (Vergl. auch Heft IV, pg. 54, wo eine ähnliche Bildung für *Corsinia* beschrieben wurde.) Man erinnert sich dabei unwillkürlich an die von Göbel (Bot. Zeitg. 1877, pg. 690) mitgetheilte Eigenthümlichkeit des Embryo von *Gymnogramme leptophylla*, wo sich frühzeitig eine seiner Zellen in den Halscanal eindrängt, und sich später zum ersten (gegliederten) Haare des Cotyledo umbildet. Auch die Vergleichung mit dem Embryoträgern der Selaginellen liegt nicht zu ferne.



geformt und orientirt,\*) aber in den zwischen ihnen gelegenen Zellen (Sporenmutterzellen Hofmeister's) sind weitere Theilungen erfolgt und die Zellen d, e, f sind wahrscheinlich in gleicher Weise Elaterenanlagen. In Fig. 7 ist die Urmutterzelle in drei Zellen getheilt (ein sehr häufig zu beobachtender Fall) und es stellen die zwei kleineren Zellen wohl Anlagen von Elateren, die grössere aber eine Sporenmutterzelle dar. Die Elaterenanlagen hängen somit schon vom Anfange an vielfach unter sich zusammen, und bilden gewissermassen ein Netzwerk, in dessen Maschen die Sporenmutterzellen liegen. Mit der Abrundung und Vergrösserung der letzteren wachsen nun auch diese Elaterenanlagen aus, theilen und gabeln sich öfters, drängen sich mit ihren Verlängerungen zwischen die Sporenmutterzellen und stellen nun jene höchst unregelmässigen Zellen und Zellenstränge dar, von denen kaum einer den andern vollkommen gleicht.

Es soll damit jedoch nicht gesagt sein, dass die zu einer Kette verbundenen Zellen immer durch Theilung einer Zelle entstanden sind, dass wir hier also mit demselben Rechte von mehrzelligen Elateren sprechen können, wie bei *Dendroceros*. Im Gegentheile, ich glaube, dass in der grössten Mehrzahl der Fälle die Glieder einer Kette nicht aus der Theilung einer Zelle hervorgehen, sondern einzelnen im Zusammenhange bleibenden Elementen des ursprünglichen Netzwerkes entsprechen, das in Folge der oben besprochenen Theilungen aus den steril bleibenden Zellen gebildet wird. Dafür spricht auch der Umstand, dass die Endglieder einer solchen Kette an ihren freien Enden nicht kegelförmig zugespitzt oder wenigstens kuppenförmig abgerundet sind, sondern sich von den an Zellen anstossenden Enden nicht unterscheiden. Wohl findet man hie und da auch zugespitzte Endglieder, oder einzelne Zellen zeigen sich an einem Ende oder nach zwei Richtungen in spitze Fortsätze verlängert, oder einzelne Glieder einer Kette zeigen solche Fortsätze, die dann häufig (wie bei der Verzweigung einer *Cladophora*) unterhalb der Querwände hervortreten; — dieses Alles zeigt aber nur, dass eben jede der ursprünglich angelegten sterilen Zellen zu einem geringen selbstständigen Wachsthum befähigt ist, wobei aber die Richtung, in welcher sich dasselbe vollzieht, nicht eine bestimmte ist, sondern durch die Stellen geringsten Widerstandes der Umgebung bedingt wird. Bei Untersuchung zahlreicher Elateren lernt man auch bald, wahre (d. h. durch Theilung einer Zelle entstandene) mehrgliederige Elateren von nur zusammenhängenden Zellen unterscheiden. Letztere zeigen sich an den Querwänden gelenkartig angeschwollen (so sehen häufig auch die Endglieder aus), und die letzteren selbst sind ganz den übrigen Zellwänden gleich. Secundäre (d. h. in zu Schläuchen ausgewachsenen Zellen entstandene) Theilwände aber sind viel zarter, weniger gebräunt und der Schlauch verläuft über sie in gleicher Weite.

Hofmeister\*) beschreibt die entwickelte Schleuder als einen aus drei bis vier Zellen bestehenden Zellstrang, der von der Kapselwand zur Columella verläuft. Dass diess

\*) Man vergl. dessen Abbildungen: Taf. II, Fig. 4, 9; Taf. III, Fig. 37.

\*\*) Vergl. Unters. pg. 7.



nicht der Fall ist, zeigt jeder Blick auf den herausgedrückten Inhalt einer halbreifen oder selbst einer reifen Kapsel. Da sieht man nämlich sehr häufig, dass eine Sporentetrade oder Sporenmutterzelle von einem ringförmig sie umspannenden Zellstrang umgeben ist, der häufig an einer oder mehreren Stellen in seitliche Fortsätze verlängert erscheint; — eine Lagerung, die ja nach der Hofmeister'schen Vorstellung absolut unverständlich ist. Der beste Beweis aber, dass die sogenannten Schleudern nicht isolirte ein- oder mehrgliedrige Schläuche sind, sondern Bruchstücke eines zusammenhängenden Netzwerkes steriler Zellen, wird durch die Thatsache geliefert, dass es gelingt, das ganze Netzwerk in seinem Zusammenhange frei zu präpariren. Wenn man nämlich aus halbreifen Kapseln, die längere Zeit in Alkohol gelegen waren, mässig dünne Längsschnitte anfertigt (etwa einen die Dicke der Columella erreichenden und diese aufnehmenden), diese nun in Wasser legt, so gelingt es durch sorgfältiges Betupfen mit einem zarten Pinsel den grössten Theil der Sporentetraden, resp. Sporenmutterzellen zu entfernen. Das aus den sterilen Zellen gebildete Netzwerk bleibt aber vollkommen erhalten, und die scharf umgrenzten, den herauspräparirten Sporenmutterzellen entsprechenden Räume lassen dasselbe nun noch viel deutlicher hervortreten. Dabei erkennt man nun auch — was übrigens schon bei jeder Eröffnung einer Kapsel unter dem Mikroskope sofort auffällt, dass die Masse der sterilen Zellen vielmals grösser ist, als die der fertilen.

Die eben gegebene Schilderung der Anlage, Entwicklung und Vertheilung der als Elateren bezeichneten sterilen Zellen bezieht sich aber nur auf jene Arten der Gattung *Anthoceros*, welche Gottsche\*) in die Gruppe C („*Elateres cellulis justo paullo longioribus articulatis compositi*“) zusammengefasst hat, und wozu *A. laevis* und *A. punctatus* gehören, welche aber auch die einzigen Arten sind, welche bis jetzt entwicklungsgeschichtlich untersucht worden sind.\*\*)

Eine zweite Gruppe, ebenfalls schon von Gottsche unterschieden („*B. Elateres articulatis elongatis sine fibra spirali*“), ist dadurch charakterisirt, dass die Elaterennatur der

---

\*) Uebersicht und kritische Würdigung . . . . . pg. 19.

\*\*) Nach der Form seiner sterilen Zellen diesen beiden Arten zunächst stehend, ist *A. dichotomus*. Dann folgt *A. flexivalois* und *A. tuberosus*. Den Uebergang in die Gruppe B bildet *A. venosus*, da hier die einzelnen Glieder schon viel gestreckter sind. Zweifellos gehört hierher auch *A. adscendens*, wie es auch Gottsche angibt. Die im Lindenberg'schen Herbar unter diesem Namen vorkommende Pflanze zeichnet sich von allen übrigen Arten durch auffallend grosse Sporen aus. In der „Synopsis Hepaticarum“ werden die Elateren „*minuti, flexuosi*“ angegeben. Die wenigen Kapseln, die ich untersuchte, waren sämmtlich ganz mit Pilzfäden durchwachsen. Die Elateren erschienen als rundliche (oder sehr wenig verlängerte) Zellen mit ziemlich zarten Wandungen, die meist einzeln und nur selten zu zwei vereinigt waren. Da die Sporen anscheinend ganz normal entwickelt waren, ebenso die Columella vollkommen intakt war, so dürften die Pilze wohl erst später sich angesiedelt haben, und somit auch die sterilen Zellen normal entwickelt gewesen sein. Dann aber ist *A. adscendens* das letzte Glied in der Reihe der Anthoceroteen, und zeigt uns die Elateren in der niedrigsten (einfachsten) Form, und erinnert diesbezüglich an *Notothylas* und an die sterilen Zellen der *Riellen* und *Corsinieen*.



sterilen Zellen schon viel deutlicher hervortritt. Diese erscheinen nämlich als sehr lange Zellfäden von der Form einer Prosenchymzelle, sind aber zusammengesetzt aus zwei oder mehreren Gliedern, deren Längendurchmesser überwiegend entwickelt ist. Die Fäden zerbrechen aber sehr leicht in ihre einzelnen Glieder und man findet viel häufiger Bruchstücke als ganze Gliederfäden. Die Querwände zwischen den einzelnen Gliedern sind dick, und häufig sehr schief zur Längsachse gestellt. Dass solche Gliederfäden durch Theilung einer Zelle entstehen können, ist unzweifelhaft; ich muss es aber bei dem Umstande, als mir das Material zu entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen fehlte, dahingestellt sein lassen, ob nicht auch hier, wie bei der Gruppe C, Zellen verschiedener Abstammung im Zusammenhange bleiben, und so eine „gegliederte Elatere“ bilden können.\*)

Eine dritte Gruppe (Gottsche's Gruppe A) zeichnet sich dadurch aus, dass die aus einer Reihe von (4—6) Zellen zusammengesetzten Elateren von einem breiten braun gefärbten Spiralbände durchzogen sind, welches in seinem Verlaufe durch die zarten Querwände nicht gestört erscheint. Diese Elateren gleichen durchaus denen der *Dendroceros*-arten (Taf. III, Fig. 8), und ich halte es für unzweifelhaft, dass auch deren Entwicklung dieselbe ist. (Man vergl. *Dendroceros*). Ueberhaupt scheint mir diese Gruppe näher der Gattung *Dendroceros* zu stehen, als die übrigen beiden, und es wäre wohl am besten, sie als selbstständige Gattung von *Anthoceros* abzutrennen. Ich finde nämlich die von mir untersuchten Arten dieser Gruppe\*\*) von jenen der beiden anderen Gruppen wesentlich dadurch unterschieden, dass die Kapselwand keine Spaltöffnungen besitzt, welche dort immer vorhanden sind; ein Unterschied, der wie ich glaube, zu wichtig ist, um ganz ausser Acht gelassen werden zu können.\*\*\*) (Vergl. den allgem. Theil pg. 7.)

\*) Hieher *A. tuberculatus* und *A. glandulosus*, mit sehr stark gestreckten Gliedern, die sich aber sehr leicht von einander trennen. Weniger schien diess mir der Fall zu sein, bei *A. falsinervius* Ldbg. Gottsche rechnet hierher auch *A. rigidus* Herb. Lehm. Ich hatte die Pflanze aus dem Herb. Lindenberg zur Untersuchung, und fand allerdings einige sehr lange gegliederte Fäden. Der grösste Theil derselben aber war viel kürzer (im Mittel 0.12 Mm. lang) und an beiden Enden zugespitzt (also nicht Bruchstücke eines gegliederten Fadens), und einzellig.

\*\*) Ich untersuchte bezüglich dieser Verhältnisse die Arten: *vicentianus*, *giganteus*, *denticulatus*, *multifidus* und *laciniatus*. Hieher gehört zweifellos auch eine Pflanze des Lindenberg'schen Herbars mit der Bezeichnung: *Dendroceros leptohymenius*, Nov. Zeel. Hook. jun.; also wohl dieselbe Pflanze, welche der Taylor'schen Beschreibung (vide Syn. Hep. pg. 580) zur Grundlage diente. Sie passt auch ganz auf diese Pflanze, bis auf die Elateren mit doppeltem Spiralbände, bezüglich welcher Angabe übrigens auch schon in der Synopsis Gottsche ein Fragezeichen beigesetzt hat.

Gottsche (in „Uebersicht und kritische Würdigung etc. . . pg. 16 Anm.“) gibt an, dass diese Species von Mitten (in Hooken: Antarctic Voyage II, 2, p. 170) für einen Irrthum Taylor's erklärt und auf *Anthoceros laevis* zurückgeführt werde. Ich habe das Buch nicht zur Hand, und kenne daher die Beweggründe Mitten's nicht. Dass aber dieselben auf die besagte Pflanze keine Anwendung finden können, ist selbstverständlich.

\*\*\*) Gottsche („Uebersicht . . . etc. pg. 19“) erwähnt den Mangel der Stomata an den Kapseln der Gruppe A zugezählten Pflanzen nicht ausdrücklich, gibt anderseits aber auch für die *Dendroceros*-kapseln das Vorhandensein von Spaltöffnungen an, die ich aber bei keiner der von mir untersuchten Arten auffinden konnte.



Die Spaltöffnungen an der Kapsel zeigen Nichts besonders Bemerkenswerthes, und gleichen in jeder Beziehung den ähnlichen Gebilden der Gefäßpflanzen. Ihre Längsachse liegt immer der Längsachse der Kapsel parallel, in welcher Richtung auch die langgestreckten Zellen der Oberhaut verlaufen. Ihre Grösse wechselt sehr nach den einzelnen Arten; die grössten fand ich bei *Anth. rigidus*, wo die Länge der Schliesszellen 0.07 Mm. (die Länge der Spalte 0.04 und die Breite der letzteren 0.004 Mm.) erreicht, und hier wenig hinter der Länge der übrigen Oberhautzellen zurücksteht. Unterhalb der Spaltöffnung liegt in den meisten Fällen eine kleine Athemhöhle und da auch die tieferen Schichten der Kapselwand von kleinen Intercellularräumen durchsetzt sind und Chlorophyll enthalten, so sehen wir hier ganz dieselbe Einrichtung durchgeführt, welche wir bei höheren Pflanzen in höchster Vollkommenheit an den Laubblättern finden. \*)

Die beiden Schliesszellen sind immer Schwesterzellen und deren Entstehung, wie die Bildung der Spalte stimmt durchaus mit den entsprechenden Vorgängen höherer Pflanzen überein. Was aber die Bildung der Mutterzelle der beiden Schliesszellen betrifft, so scheint hier eine secundäre Entstehung derselben aus Oberhautzellen in Folge eines ganz bestimmten Theilungsvorganges nicht stattzufinden; denn so weit ich den Vorgang vor Sichtbarwerden der beiden Schliesszellen verfolgen konnte, schien mir die Mutterzelle derselben den übrigen Oberhautzellen gleichwerthig zu sein.

Die so vielfach studirten und genau bekannten Vorgänge bei der Bildung der Sporen aus den Sporenmutterzellen habe ich nicht weiter untersucht, und es kann deren Beschreibung bei der allgemeinen Verbreitung der betreffenden Schriften hier wohl füglich übergangen werden.

Die Keimung der Sporen wurde von Grönland \*\*) beobachtet. Er gibt an, dass die Keimung sich in zweierlei Weise vollziehen könne. Aus dem gesprengten Exospor wachse entweder ein Schlauch hervor, an dessen Spitze sich dann ein Zellkörper bilde,

---

\*) Es sind somit hier alle Bedingungen gegeben, auch als Assimilationsorgan zu fungiren. Wohl finden wir auch bei anderen Moosen die jungen Sporogone grün, und die Kapseln der Bryinen besitzen ja ebenfalls Spaltöffnungen, und wenn man will, ist dort der grosse Luftraum in der Kapselwand gewissermassen ein Aequivalent des Intercellularsystems bei *Anthoceros*. Aber bei letzterer Gattung (wie bei allen Anthoceroteen) kommt noch ein weiterer Umstand in Betracht. Hier sehen wir in viel höherem Grade als bei irgend einem anderen Moose den Fuss als Saugorgan entwickelt. Seine Oberflächenzellen sind ringsum in Schläuche vorgezogen und vermitteln so im ausgiebigen Maase die Zufuhr von Nährstoffen, aus den umgebenden Thallusgewebe. Wenn wir nun die lange Entwicklungsdauer eines Sporogones, d. i. sein fortgesetztes Nachwachsen an der Basis und die fortdauernde Production von Sporen in Betracht ziehen, und weiter bedenken, dass der Sporogonfuss in dem nicht sehr mächtigen Thallus tief eingesenkt, und somit nur durch ein Paar Zellschichten von dem Substrate getrennt ist, wenn wir nun weiter das rasche Absterben älterer Thallustheile berücksichtigen, so scheint die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass das Sporogon von *Anthoceros* auch zur directen Nahrungsaufnahme befähigt und somit von der ersten Generation nicht in dem Maase abhängig sei, als dies bei anderen Muscineen der Fall ist.

\*\*) Memoire sur la germination de quelques Hepatiques. Ann. d. sc. nat. T. I.



den er als „protonema“ bezeichnet, oder dieser Zellkörper bilde sich direct durch Theilungen der Spore, deren Exospor dabei gesprengt werde. Dieses „protonema“ bildet nach Grönland gewissermassen die Grundlage des Pflänzchens, das sich also erst an demselben bilde, so dass also hier ganz dieselben Vorgänge in die Erscheinung treten, wie bei der Keimung von *Blasia*, *Pellia* und vielen Marchantiaceen.

Ich habe die Keimung der Sporen bei *A. laevis* beobachtet und kann die Angaben Grönland's nur bestätigen. Die Fig. 19—23 geben einige der häufigst vorkommenden Entwicklungsformen an, an welchen die beiden von Grönland unterschiedenen Typen ziemlich deutlich hervortreten. Wie schon Fig. 21 zeigt, kann aber auch der eine Typus in den andern übergehen, also unmittelbar aus der Spore ein Zellkörper entstehen und an diesem erst ein Schlauch hervorwachsen, der dann wieder an seiner Spitze einen Zellkörper bildet. Diese Schlauchbildung kann sich aber auch wiederholen, so dass der an der Spitze eines Keimschlauhes entstandene Zellkörper selbst wieder einen Schlauch produciren kann, der sich dann wie der primäre verhält. Weiters entwickelte Keimpflänzchen zeigen nun immer ihren basalen, dem Keimkörper (Keimscheibe) entsprechenden Theil ziemlich scharf von dem eigentlichen Pflänzchen abgegrenzt, und ich will hervorheben, dass die erste Spaltöffnung gerade etwas über dieser Abgrenzungsstelle auftritt, wodurch also wieder der Unterschied zwischen Keimpflänzchen und Keimscheibe hervortritt, der wohl auch dadurch gegeben ist, dass die Keimscheibe wieder zur Bildung eines Keimschlauhes zurückgreifen kann, was aber, wenn einmal das Pflänzchen gebildet, an diesem nicht mehr möglich zu sein scheint.

Die Keimung von *Anthoceros* unterscheidet sich also nicht von der Keimung anderer Lebermoose. Auch diesbezüglich herrscht Uebereinstimmung, dass die Keimschläuche dem Lichte entgegenwachsend, sich über das Substrat erheben, so dass der an ihrer Spitze sich bildende Keimkörper erst nach Collabiren des Schlauches mit dem Substrate in Berührung kommt. \*)

## 2. *Dendroceros*. Taf. II. und III.

Gottsche: Uebersicht und kritische Würdigung . . . etc. Bot. Zeitg. 1858, pg. 18.

Die dieser Gattung zugezählten Arten zeichnen sich vor allem durch einen ganz charakteristischen Habitus ihres Thallus aus, der sie auf den ersten Blick von *Anthoceros* unterscheidet, welcher Gattung sie aber in Bezug auf Ausbildung der Geschlechtsorgane und Entwicklung der Frucht so nahe verwandt sind.

Der Thallus besteht aus einer mächtigen namentlich an der Ventralseite stark vorspringenden Mittelrippe, an welche sich beiderseits eine einschichtige Lamina ansetzt

---

\*) Man vergleiche meine Abhandlung: „Keimung der Lebermoossporen in ihrer Beziehung zum Lichte“ in Sitz. Ber. der Wiener Akademie. Bd. LXXIV.



(Taf. II, Fig 5, 19), die am Rande äusserst reich gefaltet ist, so dass die Pflanzen viel eher an eine beblätterte Jungermanniee (etwa an Fossombronia u. dgl.) erinnern (Taf. II, Fig. 20).

Die Zellen des Gewebes sind bei einigen Arten fest gefügt und ohne Spur von Intercellularräumen (*D. cichoraceus*); bei anderen Arten finden sich solche nur zwischen den Zellen der einschichtigen Laminia (*D. Breutelii*), bei wieder anderen finden sich solche zu weiten Löchern erweitert und auch die Mittelrippe ist von zahlreichen Lufthöhlen durchzogen und erscheint dann in Flächenansicht ähnlich den Marchantiaceen zierlich gefeldert. (Taf. II, Fig. 19 und 20 für *D. javanicus*).

Der Vegetationsscheitel liegt am Vorderende der Mittelrippe (und ihrer Auszweigungen) und versteckt zwischen den sich vielfach deckenden Falten des krausen Laminarandes. In Dorsal- wie Ventralansicht zeigt er ganz die Anordnung der Zellen, wie bei *Anthoceros* (Taf II, Fig. 18). Auf Schnitten die parallel der Längsachse und senkrecht auf die Lauboberfläche geführt werden, erkennt man aber, dass die Randzellen sich nicht wie bei *Anthoceros* durch schiefe wechselnd dorsal- und ventralwärts geneigte Wände theilen, sondern dass die Theilungswände ihre ganze Tiefe durchsetzen, die durch sie abgeschnittenen Segmente also von der Dorsalseite bis an die Ventralseite reichen, dass also hier der Typus zum Ausdrucke gelangt, wie er bei *Pellia epiphylla* vorkommt, und den ich als den der „prismatischen Scheitelzelle“ bezeichnet habe. \*) (Taf. II, Fig. 1.) Die Segmente zerfallen nun durch eine der Oberfläche parallele und ziemlich in der Mitte auftretende Wand (m), in je eine dorsale und ventrale Zelle, und jede dieser wird durch eine der früheren parallele Wand in eine Innen- und eine Aussenzelle getheilt (Fig. I, Segm. 2). Wir haben nun so ziemlich dieselbe Zellgruppierung, wie sie auch bei *Anthoceros* in die Erscheinung tritt; nur erscheinen die Zellen in Vertikalreihen geordnet (vergl. auch Taf. I, Fig. 25). So wie dort betheiligen sich auch hier Aussen- wie Innenzellen noch weiter am Dickenwachsthume; aber auch darin besteht Uebereinstimmung, dass, wenn ein Segment ein Archegon produciren soll, dieses immer schon in der Aussenzelle vor weiteren Tangentialtheilungen angelegt wird.

Die Anlage der Laminarfalten erfolgt unmittelbar an der Scheitelfläche, und wird nicht durch ein plötzlich gesteigertes intercalares Flächenwachsthum eines grösseren Laminarstückes (wie etwa bei Bildung der krausen Ränder mancher *Anthoceros*arten) eingeleitet, sondern lässt sich immer auf eine Randzelle zurückführen, welche zuerst über den gemeinsamen Rand hervortritt, und dann den vorgeschobenen Theil durch rasches Flächenwachsthum verbreitert (Fig. 18, 1, 1). Da nun das Flächenwachsthum des zusammenhängenden gemeinsamen Laminartheiles nicht gleichen Schritt hält, wird das stärker wachsende vorspringende Laminarstück ohrförmig und an der Ventralseite concav gekrümmt.

---

\*) Heft III, pg. 7.



Wenig hinter der Scheitelfläche bemerken wir in den Zellecken das Auftreten von Verdickungsmassen. Die einschichtige Lamina erhält dadurch ein ganz eigenthümliches, dem Durchschnitte eines Collenchymgewebes ähnliches Ansehen (Fig. 6).\*) Bei jenen Arten, bei denen sich später Interzellularräume bilden, werden selbstverständlich diese Verdickungsmassen gespalten und der Interzellularraum (eigentlich ein die einschichtige Lamina durchsetzender Porus) ist mit denselben ausgekleidet (Fig. 7). Schon bei *D. Breutelii* kommt es öfters vor, dass die Verdickungsmassen sich über eine ganze Zellwand erstrecken (Fig. 7). An solchen Stellen schreitet auch die Spaltung weiter vor und es kann geschehen, dass dadurch zwei und auch mehrere Interzellularräume zu einem einzigen zusammenfließen. Dies ist nun in ganz ausgezeichneter Weise bei *D. javanicus* und *crispatus* der Fall, wo durch diese Vereinigung zahlreicher Interzellularräume endlich Löcher in der Lamina gebildet werden, die als weite Maschen eines stellenweise nur durch einfache Zellreihen gebildeten Netzwerkes erscheinen.

Alle Dendrocerosarten besitzen an ihrem Thallus Spaltöffnungen, die im Wesentlichen denen bei *Anthoceros* gleich gebildet sind, nur dass im Allgemeinen die Spalte viel weiter ist (Taf. II, Fig. 17). Einige Arten besitzen dieselben nur an der Ventralseite (*D. cichoraceus*) andere aber auch auf der Dorsalseite (*D. javanicus*, *crispatus*, *Breutelii*). Immer findet sich eine Spaltöffnung ganz constant im Gabelungswinkel einer Sprossverzweigung, und kann dort ganz leicht gesehen werden. Ausser diesen Stellen findet man sie auch beiderseits an der Mittelrippe; da diese aber an diesen Stellen nicht eben, sondern concav (an der Dorsalseite) oder convex (an der Ventralseite) ist, so kommt die Spaltöffnung (bei horizontaler Lage des durchsichtig gemachten Thallus am Objectträger) in schiefer Lage zur Ansicht, und kann sehr leicht übersehen werden.

So wie bei *Anthoceros* siedelt sich auch hier in dem mit Schleim gefüllten Interzellularraum Nostoc an. In Folge von Wachsthumsvorgängen, die ganz mit denen bei *Anthoceros* übereinstimmen, bilden sich mächtige Nostoccolonien, die als kugelige, die Dicke der Mittelrippe weit übertreffende Auftreibungen über die Lauboberfläche sich erheben (Taf. II, Fig. 16, 19, 20). Entsprechend dem Vorkommen und der Vertheilung der Spaltöffnungen finden sich diese Nostoccolonieen theils auf beiden Seiten, theils nur an der Ventralseite, und der oben erwähnten constanten Lage einer Spaltöffnung im Gabelungswinkel entsprechend sehen wir an diesen Stellen auch fast immer eine Nostocansiedlung (Fig. 20). Der Bau der Colonieen ist ganz übereinstimmend mit dem bei *Anthoceros*, nur erkennt man hier, viel schöner als bei jener Gattung die schon dort geschilderte eigenthümliche Betheiligung der Thalluszellen an der Zusammensetzung der

---

\*) Wie es ja in ganz gleicher Weise die Oberhaut vieler Marchantiaceen zeigt, und ebenso den Blättern vieler Jungermanniaceen eigen ist. Von den Schriftstellern wurden diese Verdickungen als „Zwickelmaschen“ bezeichnet.



Colonie. Die ringsum von der Wand entspringenden Schläuche sind hier nämlich nicht so kurzgliedrig, verschlingen sich auch nicht so sehr durch einander, und treten sehr häufig an zarten Schnitten ohne weitere Präparation sofort hervor. Bei *D. Breutelii* z. B. zeigen solche Schnitte die Schläuche radienartig bis nach der Mitte verlaufend und gar nicht unter sich verschlungen. Noch viel deutlicher aber werden dieselben, wenn man die Nostoczellen durch Behandlung mit macerirenden Mitteln aus dem Verbande trennt und dann zu entfernen sucht,\*) und ich habe ein solches Bild in Fig. 16 dargestellt.

Sämmtliche Arten von *Dendroceros* sind monöisch, und es treten meist beide Arten von Geschlechtsorganen im Verlaufe derselben Axe auf. Doch finden sich, wie das ja auch häufig bei *Anthoceros* der Fall ist, dieselben nicht durch einander gemengt, sondern solche einerlei Art in Gruppen zusammen stehend, wo dann allerdings Gruppen von Archegonien mit solchen von Antheridien wechselnd mehrmals hinter einander auftreten können. Nur bei *D. javanicus*, einer Art mit fast fiederiger Verzweigung (Fig. 20), fand ich die Geschlechtsorgane ziemlich scharf nach den Verzweigungen gesondert, in so weit, als die als Hauptstross erscheinende Mittelrippe an der Spitze eine Gruppe von Archegonien zeigte,\*\*) während die fiederig abgehenden Seitensprosse dicht mit Antheridien besetzt waren.

Die Geschlechtsorgane stehen natürlich nur an der Mittelrippe und zwar über die ganze Breite derselben und selbst bis zu drei und vier neben einander, und namentlich zeigen die Archegonien, die im Verlaufe der Axe genau median stehen, unterhalb einer Gabelungsstelle diese Stellung in Querreihen oft ganz auffallend deutlich. Da die die Antheridien bergenden Auftreibungen des Thallus halbkugelig über die Lauboberfläche sich erheben, so werden sie, offenbar in Folge des gegenseitigen Druckes schief gegen einander verschoben und stehen dann häufig in einer scharf gebrochenen Zickzacklinie oder wenn man will, zweireihig.

Die Auftreibungen des Thallus, in welchen die Antheridien liegen, sind sehr gross und stehen diesbezüglich hinter den Nostoccolonieen nicht zurück. In jeder Höhlung befindet sich nur eine Antheridie, doch stehen dieselben oft so dicht neben einander, dass die Scheidewände zwischen zwei Höhlungen nur aus einer Zellschicht bestehen. Das die Decke der Höhlung bildende Thallusgewebe besteht durchschnittlich aus zwei Zellschichten, die erst zur Zeit der Antheridienreife unregelmässig aufreissen.

Die, wie schon bemerkt, in jeder Höhle einzeln sitzenden Antheridien erreichen im reifen Zustande eine ganz bedeutende Grösse,\*\*\*) und sitzen auf einem sehr langen aus

---

\*) Vergl. die Abhandlung: Die Nostoccolonieen im Thallus der Anthoceroteen im Sitz. Ber. der Wiener Akademie, Bd. LXXVII. Bezüglich der Präparationsmethode vergleiche man pg. 16.

\*\*) Hinter denen allerdings ein Paar Antheridien sich fanden.

\*\*\*) Bei *D. javanicus* mass ich den Durchmesser des Körpers einer Antheridie mit 0.15 Mm.



zwei Zellreihen bestehenden Stiele, der, da der Körper der reifen Antheridie die Höhlung fast ausfüllt, scharf s förmig gekrümmt ist. \*)

Anlage der Antheridien und deren jüngste Entwicklungsstadien zu studiren, hatte ich nicht Gelegenheit. Die jüngsten beobachteten Zustände sind in Fig. 14 und 15 dargestellt, und man kann daraus wohl schliessen, dass sich die Sache im Wesentlichen so wie bei *Anthoceros* verhält.

Die Vorgänge bei Anlage und Entwicklung der Archegonien: ihre Entstehung aus dorsalen Aussenzellen, Bildung der mittleren Zelle, Differenzirung dieser in Centralzelle, Halscanal- und Deckelzelle etc. sind ganz dieselben, wie ich sie schon für *Anthoceros* beschrieben habe. Ich habe dort erwähnt, dass schon die erste Theilungswand der Aussenzelle in ihrem (schiefen) Verlaufe die beginnende Bildung eines Archegoniums andeutet, da sie in vegetativ bleibenden Segmenten in der Wachsthumsaxe gelegen ist. Diess kommt auch bei *Dendroceros* vor; aber bei *D. Breutelii* verläuft öfters die erste Archegonialwand genau so, wie die erste Theilungswand vegetativer Aussenzellen, so dass man eigentlich sagen könnte, es werde die mittlere Zelle unter Mitwirkung einer ihrem Werthe nach vegetativen Theilung abgeschnitten. \*\*) (Fig. 3.) In Fig. 2 erkennt man ferner vollkommen deutlich, dass die Deckelzelle sehr früh angelegt wird, und dass die Reihe von Halszellen durch (intercalare) Theilung einer Zelle entsteht. Auch die Theilungen in der Deckelzelle stimmen, so weit ich es verfolgen konnte, (Fig. 4) durchaus mit denen, wie ich sie bei *Anthoceros* beschrieben habe, überein.

Die Entwicklung des Sporogons konnte ich leider nicht in der Vollständigkeit verfolgen, wie ich es gewünscht hätte. Die Spärlichkeit des Herbarmaterials — und nur auf dieses war ich angewiesen — und der Umstand, dass die Pflanzen in den Sammlungen nur im Fruchtstadium sich vorfinden, dass es also reiner Zufall ist, neben reifen Früchten auch Jugendstadien derselben zu bekommen, macht die Arbeit zu einer ungemein mühsamen und zeitraubenden. Anderseits zeigten aber Längs- wie Querschnitte durch den Grund älterer Kapseln sowol in Bezug auf das fortdauernde Wachsthum derselben an der Basis als auch hinsichtlich der Anordnung der Gewebe eine so vollkommene Uebereinstimmung mit *Anthoceros*, dass sich mir schon auf Grund dieser Untersuchungen die Ueberzeugung festgestellt hatte, die Entwicklungsvorgänge müssten, namentlich in Bezug

---

\*) Wenn man an aufgeweichten Pflänzchen noch geschlossene aber erwachsene Antheridien einschliessende Höhlen sorgfältig durch Einreissen der Decke mittelst einer feinen Nadel öffnet, so beobachtet man häufig, dass das Antheridium heraustritt und nun am ausgestreckten Stiele sitzend, fast ganz aus der Höhlung hervorsteht. Auch findet man öfters aus geöffneten Höhlungen die entleerten Häute hervorragen, während man in anderen Fällen die letzteren allerdings ganz innerhalb des Hohlraumes auffindet. Uebrigens muss ein solches Hervortreten der Antheridien wohl auch normal stattfinden, denn die so auffallend langen Stiele können hier doch nur diesen einzigen Zweck haben!

\*\*) Man vergleiche das bei *Notothylas* diesbezüglich Erwähnte.



auf Anlage der Columella und der sporenbildenden Schichte, hier in ganz gleicher Weise, wie bei *Anthoceros* verlaufen. Erst bei einer in letzter Zeit an *D. crispus* wieder aufgenommenen Untersuchung war ich so glücklich, auch junge Kapseln aufzufinden und ich konnte mich somit durch directe Beobachtung von der Richtigkeit der früher gemachten Schlüsse überzeugen.

Bezüglich der jüngsten Stadien ist die Beobachtung allerdings lückenhaft; doch zeigte mir ein bei *D. eichoraceus* aufgefundener und wahrscheinlich abgestorbener Embryo, den ich auf Taf. III, Fig. 9, abgebildet habe, die Bildung der drei Stockwerke (deren Zusammensetzung aus quadrantisch gelegenen Zellen die Spitzenansicht zeigte), die Differenzirung von Aussen- und Innenzellen, und das Auswachsen der Zellen des untersten Stockwerkes zu Schläuchen. In Fig. 10 ist nun der optische\*) Längsschnitt durch das jüngste beobachtete Sporogon von *D. crispus* dargestellt: Man unterscheidet deutlich zwei scharf von einander getrennte Theile; einen unteren, den Fuss darstellenden und einen oberen die Kapsel bildenden. Der Fuss besteht im Innern aus grossen Zellen, deren Anordnung in Längsreihen ziemlich deutlich hervortritt. An der Peripherie sind die Zellen kleiner und in kurze Schläuche ausgezogen, die sich offenbar im innigsten Contacte mit dem angrenzenden (ebenfalls rasch wachsenden und sich vielfach theilenden) Thallusgewebe befanden. Es ist, auch wenn man die entsprechenden Vorgänge bei *Anthoceros* nicht kennen würde, wohl nicht der geringste Zweifel, dass die Bildung dieses Fusses vom untersten Stockwerke des Embryo ausgeht, ich muss es aber unentschieden lassen, ob und in welchem Maasse auch das mittlere Stockwerk mitwirkt und ob also der eigentliche Kapseltheil nur aus dem obersten Stockwerke oder aus diesem und dem mittleren gebildet wird.

In der oberen Hälfte unterscheiden wir zwei Theile: der innere vier Zellreihen breite ist die Anlage der Columella, der äussere Theil besteht aus zwei Schichten, die nach dem Verlaufe der Wände zu urtheilen durch Spaltung einer Schichte entstanden sind. Die Vergleichung dieser Figur, mit den Figuren 10 und 11 auf Taf. I, welche ungefähr ähnliche Entwicklungsstadien von *Anthoceros* darstellen, zeigt die grosse Uebereinstimmung, und wenn wir auch nicht die Fig. 11 dieser Tafel zur Vergleichung herbeiziehen wollten, müssten wir die innere, an die Columella anstossende Schichte als die sporenbildende deuten.

Fig. 11 zeigt nun ein weit älteres Sporogon, in dessen Spitze schon die Isolirung der Sporenmutterzellen begonnen hat. Der Fusstheil ist bedeutend vergrössert,

---

\*) Wenn man die Objecte einige Zeit in verdünnter Kalilösung liegen lässt, sie dann auswäscht und in verdünnten Weingeist legt, werden dieselben ganz wundervoll durchsichtig, wobei aber die Zellwände scharf hervortreten. Das abgebildete Sporogon wurde natürlich aus dem noch geschlossenen Involucrum herauspräparirt und konnte nun durch Drehen in die günstigste Lage (eine der die Quadrantenbildung bewirkenden Wände horizontal, die andere vertical) gebracht werden.



ebenso sind die Schläuche grösser geworden.\*) Die Grenze zwischen diesem und dem Kapseltheil ist durch eine stärkere Linie angedeutet, die auch am Objecte ungemein scharf hervortrat. Der Verlauf derselben zeigt uns, dass der kegelförmig zugespitzte Grund des Kapseltheiles in den Fusstheil eingesenkt ist, was, da diese Linie offenbar der Grenze zwischen zwei Stockwerken entspricht, als eine durch secundäres Wachstum verursachte Erscheinung gedeutet werden muss. Bezüglich des Kapseltheiles erkennen wir vorerst die basipetal fortschreitende Entwicklung der Gewebe. Die Zahl der Wandschichten hat sich auf vier vermehrt, deren Ursprung aus einer Schichte man ganz deutlich erkennt. Die Columella ist gleich mächtig wie in Fig. 10 und die sporenbildende Schichte setzt sich bis zum Fusstheil hin fort.

Ganz denselben Bau, wie solche verhältnissmässig noch sehr junge Sporogone\*\*) zeigen auch die basalen Theile (sogenannte pedicelli) älterer. In Fig. 1 sind einige Querschnitte aus einem fünf Mm. langen, aber noch ganz vom Involucrum bedeckten Sporogone von *D. cichoraceus* dargestellt. Die Schnitte wurden von dem Grunde nach der Spitze fortschreitend geführt, und in Fig. 1 a ist jener Schnitt dargestellt, an dem zuerst die fertile Schicht zu erkennen war. Am nächst tieferen (hier nicht abgebildeten) Schnitte war die fertile Schicht wohl noch vorhanden, aber nach der Peripherie hin nicht scharf abgegrenzt wohl aber war die Columella noch ganz deutlich erkennbar. Weiter nach der Peripherie hin war das Gewebe unregelmässig, die Grenze zwischen Sporogon und Involucrum undeutlich; an dieser Stelle erkannte man nach den verschiedensten Richtungen verlaufende Schläuche.\*\*\*) Der Schnitt entspricht also in Bezug auf Fig. 11 etwa der Höhe, wo die fertile Schicht mit einer schwachen Ausbiegung nach der Peripherie an den Fusstheil grenzt, traf also an der Peripherie des Sporogons Theile des Fusses, in dessen Mitte aber solche der Kapsel (d. i. die Columella).

In Fig. 1 a erscheint die Kapselwand zweischichtig; die von der fertilen Schichte umgebene Columella ist aber viel mächtiger, als sie dem Längsschnitte in Fig. 11 entsprechend sein sollte. Man findet aber sehr leicht die vier ursprünglichen Zellen heraus und kann ebenso mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit die 16 Zellen zusammenfinden, welche jenem Längsschnitte entsprechen würden. Es hat also hier eine weitere Theilung stattgefunden, die Columella besteht nicht aus 16 Zellreihen, sondern ist dicker geworden, und wir sehen aus der Vergleichung der folgenden Schnitte (bis Fig. 1 d), dass sie auch in

---

\*) In diesem Stadium ist die Verwachsung zwischen Thallus- und Fusszellen schon so innig, dass eine scharfe Grenze gar nicht mehr aufzufinden ist, und es durch kein Mittel gelingt, den Fuss unversehrt herauszupräpariren.

\*\*) Der Kapseltheil desselben war 0.3 Mm. lang und vom noch geschlossenen Involucrum überdeckt.

\*\*\*) Mitten im Involucralgewebe fand sich ein abgestorbenes Archegon, welches natürlich in Folge der Gewebewucherung, die sich bei Bildung des Involucrums vollzog, in dieses versenkt wurde.



höheren Partien in nahe zu gleicher Mächtigkeit vorhanden ist. \*) Fig. 1 b stellt den dritthöheren Querschnitt dar: Columella und fertile Schichte unverändert, die Kapselwand-schichten haben sich auf vier vermehrt und sind wie man ziemlich deutlich erkennt, durch Spaltung jeder der früheren Schichten entstanden. Nach einer Seite ist ein Stück des mächtigen Involucrums mitgezeichnet. In Bezug auf Fig. 11 wird man leicht die diesem Querschnitte entsprechende Höhe herausfinden. Wieder um zwei Schnitte höher liegt Fig. 1 c. Die Kapselwand ist (durchschnittlich) fünfschichtig geworden und wie die Vergleichung mit Fig. 1 d lehrt, ist diess durch Spaltung der peripherischen Schichte geschehen. \*\*) Die wesentliche Veränderung liegt aber darin, dass die Zellen der fertilen Schichte sich zu isoliren beginnen, und die Lostrennung tritt zuerst nach der Columella hin ein. Wieder um zwei Schnitte höher liegt der in Fig. 1 d dargestellte Schnitt: Die Columella (C) ist vollkommen isolirt, war beim Schneiden herausgefallen, ebenso war es der Fall mit Elementen der fertilen Schichte, und zwar mit den grösseren kugeligen Zellen, deren einige aber auch noch an der Kapselwand haften und offenbar Sporenmutterzellen sind. An der Kapselwand finden sich ferner kleinere und langgestreckte Zellen — die Anfänge der Elateren. Solche Zellen finden sich auch, wiewohl seltener, an den frei liegenden Sporenmutterzellen haftend und ich habe in Fig. 2 einige der häufigeren Gruppierungen abgebildet. Wie Fig. 3 und 4 zeigen, wachsen nun die Elateren an beiden Enden aus, theilen sich dann, bleiben aber mit ihren mittleren Theilen, die offenbar den Stellen ihrer ursprünglichen Insertion entsprechen, noch lange und häufig bis zur Sporenreife an der Wand haftend.

An Querschnitten, die ungefähr dem in Fig. d dargestellten oder etwas älteren Entwicklungsstadien entsprechen und an denen die Differenz in der Weite beider Zellarten der fertilen Schichte noch nicht zu gross ist, sieht man, dass die Elateren in viel grösserer Menge vorhanden sind. Wenn aber später die Sporenmutterzellen so ungemein heranwachsen, wird selbstverständlich dieser Eindruck gestört, und es verschwinden die Elateren mit ihrer geringen Querschnittsfläche fast ganz gegenüber den Sporenmutterzellen.

Bezüglich der Theilungen in der fertilen Schichte und der Differenzirung ihrer beiden Zellarten stimmt *Dendroceros* ebenfalls mit *Anthoceros* überein. Unmittelbar unterhalb der Region, wo die Isolirung der Zellen beginnt, beobachtet man in dieser Schichte vielfache Theilungen, welche aber wie es scheint, keiner Gesetzmässigkeit unterliegen. Fig. 5 zeigt ein Paar Zellen dieser Schichte am Tangential-, Fig. 6 am Radialschnitte. In der linkseitigen Partie der Fig. 6 scheinen allerdings Sporenmutterzellen und Elateren

\*) Nur ganz am oberen Ende wurde sie sechzehn-zellig (im Querschnitte). Uebrigens findet man auch Kapseln, wo durchaus eine aus sechzehn Zellreihen bestehende Columella vorhanden ist. Zwischen den Zellen der Columella beobachtet man öfters (wie bei *Anthoceros*) kleine Intercellularräume.

\*\*) Dieses Stadium ist in Fig. 11 nicht sichtbar, wohl nur deshalb, weil bei *D. crispus*, die Kapselwand überhaupt meist vierschichtig bleibt.



regelmässig zu wechseln, aber man findet ebenso häufig die Sporenmutterzellen aneinander liegend. Ich glaube also, mit Recht schliessen zu dürfen, dass die Bildung der Elateren, resp. Sporenmutterzellen nicht gesetzmässig stattfindet, und dass erst nach Aufhören dieses lebhaften Theilungsvorganges die Differenzirung beider Zellarten erfolgt, und mit beginnender Isolirung eine Vermehrung der Elemente (Mutterzellen der Elateren, Sporenmutterzellen) nicht mehr eintritt.

In der Kapsel, der die in Fig. 1 dargestellten Querschnitte entnommen wurden, war die Entwicklung bis zur Bildung der Sporentetraden vorgeschritten, auch zeigten die einzelnen Sporen schon ganz deutlich innerhalb ihrer Mutterzelle das feinkörnige Exospor. Es war das also eine immerhin noch ziemlich junge Kapsel. Aber auch solche Kapseln, welche an der Spitze schon geöffnet sind, also bis zur Sporenreife gelangt waren, zeigen in ihren tieferen Theilen ganz dieselben Verhältnisse und es könnten die Querschnitte ebenso gut viel älteren Kapseln entnommen sein, und die Fig. 1 b könnte auch den Querschnitt durch den sogenannten Stiel eines alten Sporogons darstellen.

Die häufigste Form der Elateren ist die, wie ich sie in Fig. 8 abgebildet habe: Ein aus mehreren Gliedern zusammengesetzter Faden, durchzogen von einem continuirlich fortlaufenden breiten Spiralbande. Aber es gibt auch solche, welche viel kürzer und an einem Ende bedeutend erweitert sind, auch verzweigte Elateren kommen nicht zu selten vor. Der gewöhnlichste Fall der Elaterenbildung ist der, wo die Mutterzelle der Sporogonwand oder der Columella anliegend, nach auf- und abwärts fadenförmig auswächst und sich später in einzelne Zellen gliedert (Taf. III, Fig. 3 und 4). Es erscheint daher auch häufig die schon ziemlich weit entwickelte Elatere ungefähr in ihrer Mitte und der Länge nach an der Wand haftend. Die Bildung der oberwähnten Elateren mit einem stumpfen und erweiterten Ende dürfte in der Weise zu erklären sein, dass das Auswachsen nur nach einer Seite hin vor sich ging und der in Fig. 3 e, dargestellte Jugendzustand kann als Vorstadium dieser Elaterenform betrachtet werden.

Die Dendrocerosarten haben sämmtlich verhältnissmässig kurze Kapseln, und bleiben diesbezüglich weit hinter Anthoceros zurück. Die äusserste Schichte der Kapselwand besteht aus mehr weniger langgestreckten stark verdickten Zellen. Spaltöffnungen an derselben konnte ich bei keiner der untersuchten Arten finden und es stimmt auch diesbezüglich (ebenso wie betreffs der Form und Ausbildung der Elateren) Dendroceros mit der einen Gruppe von Anthocerosarten überein (vergl. pg. 7 und 27).

Die Kapseln finden sich öfters schon innerhalb des Involucrum aufgesprungen, und dann meist nur an einer Seite. Ich glaube, dass diess die Folge des Widerstandes ist, welchen das mächtige Involucrum dem durchbrechenden Sporogone entgegensetzt. An jüngeren Früchten ist das Involucrum auch über dem Scheitel des Sporogons sehr mächtig. Später werden an dieser Stelle die oberflächlichen Zellschichten successive abgeworfen und die Decke bis auf wenige Zellschichten verdünnt, wodurch selbstverständlich der Durchtritt des Sporogons erleichtert wird.



Die Dendrocerosarten zeichnen sich durch sehr grosse Sporen aus und unterscheiden sich dadurch von den nahe verwandten Arten von Anthoceros. Die Sporen sind kugelig oder ellipsoidisch, das Exospor ist granulös (in Form von Wärschen oder scharf gebogenen nicht zusammenhängenden Leisten) verdickt. Bei einigen Arten sind die reifen Sporen einzellig (*D. Breutelii*), bei andern Arten aber findet man die dem noch ungeöffneten Sporogone entnommenen vielfach getheilt und den Sporen der Pelliaarten ähnlich (*D. crassinervis*, *D. cichoraceus*).\*) Die Keimung erfolgt unmittelbar nach dem Ausstreuen der Sporen. Ich schliesse diess daraus, dass man zwischen den aufgeweichten mit reifen Sporogonen besetzten Pflänzchen des Herbarateriales häufig genug Keimungsstadien auffindet. Bei den Arten, welche einzellige Sporen erzeugen, verwandelt sich die Spore unter ziemlich starker Volumvergrösserung in einen Zellkörper, der vorerst noch vollkommen von dem stark gedehnten Exospor überzogen ist. An einer Stelle nun (einem Quadranten entsprechend) erfolgt eine raschere Zelltheilung, hier wird das Exospor bis zum Unkenntlichwerden gedehnt, und es tritt der Körper des eigentlichen Pflänzchens hervor, an dessen Grunde aber der übrige Theil der Spore noch lange erkennbar bleibt (Taf. II, Fig. 8, 9, 10). Es ist eine auffallende Thatsache, dass immer schon an dem wenigzelligen (zweischichtigen), aus dem Sporenkörper hervorgetretenen Pflänzchen Spaltöffnungen auftreten, die häufig auch schon Nostocansiedlungen einschliessen (Fig. 10).

Die Thatsache, dass die einzelligen Sporen im Beginne ihrer Keimung sich zu ganz ähnlichen Zellkörpern umbilden, als welche bei anderen Arten sich die noch innerhalb der Kapsel befindlichen Sporen darstellen, und dass bei derselben Art (*D. cichoraceus*) ebensowohl reife Kapseln mit einzelligen als solche mit mehrzelligen Sporen gefunden werden, und dass in demselben Sporogone beide Sporenarten unter einander vorkommen können; diese Thatsachen, so meine ich, lassen gar keine andere Deutung als die zu, die mehrzelligen Sporen seien als Keimungszustände aufzufassen, die aber schon innerhalb des Sporogons sich vollziehen, was um so leichter verständlich wird, als ja, wie ich oben gezeigt habe, in jedem Falle die Weiterentwicklung unmittelbar nach Ausstreuen der Sporen beginnt.\*\*)

Wenn man Kapseln von *D. cichoraceus* von der Region an, in welcher ganz schön entwickelte Sporentetraden zu beobachten sind, nach der Spitze des Sporogons fortschreitend untersucht, so bemerkt man eine andere ganz merkwürdige Erscheinung. Wir gewahren nämlich, dass nicht alle Sporen einer Tetrade weiter ausgebildet werden, sondern immer

---

\*) Uebrigens finden sich bei dieser Art mitten unter mehrzelligen auch einzellige Sporen; in anderen (schon aufgesprungenen) Kapseln sind wieder die einzelligen Sporen überwiegend vertreten.

\*\*) Alles diess gilt ja auch für *Pellia*, deren „mehrzellige Sporen“ ich schon vor längerer Zeit als beginnende Keimungszustände gedeutet habe. Vergl. Heft III, pg. 32, wo ich auch die mehrzelligen Sporen von *Fegatella* besprach, und mit den ersten Keimungsstadien derer von *Frullania* und *Radula* verglich.



nur zwei, an deren Oberfläche dann noch innerhalb der Sporenmutterzellen die zusammengedrückten beiden andern Sporen (welche übrigens schon ein schwach verdicktes Exospor zeigen) aufgefunden werden. (Taf. III, Fig. 7.) Diese zusammengedrückten Häute der verkümmerten Sporen findet man auch nach Auflösung der Sporenmutterzellen und Freiwerden der Sporen noch erhalten, ja sie lassen sich auch nach voller Ausreifung derselben theils frei zwischen ihnen liegend, theils an ihrer Oberfläche haftend, noch auffinden. Es hängt offenbar diese Erscheinung mit der Mehrzelligkeit der Sporen zusammen, in der Weise nämlich, dass der frühe Eintritt der Keimung in dem einen Sporenpaare auf Kosten der Nährstoffe des anderen Paares erfolgt.

Bei einigen *Dendroceros*-arten fand ich auch eine Vermehrung durch Brutknospen. Bei *D. cichoraceus* sah ich einzelne Zellen der einschichtigen Lamina zu einem Zellkörper umgewandelt, und dasselbe fand ich bei *D. javanicus*, wo mir auch das in Fig. 13, Taf. II dargestellte Gebilde unterkam, das ich ebenfalls lieber für eine weiter entwickelte Brutknospe als eine keimende Spore halten möchte, da ich in dem betreffenden Rasenstücke keine Sporen, wohl aber jene Brutknospenanfänge auffinden konnte.

### 3. *Notothylas*. Sulliv. Taf. IV und V.

*Carpolipum* Nees, *Chamaeceros* Milde.

Gottsche: Uebersicht und kritische Würdigung . . etc. in Bot. Zeitung 1858, pg. 10 et seq.

Ueber diese Gattung hat Gottsche in dem oben citirten Aufsätze ein ganz vorzügliches kritisches Referat der über dieselbe bis damals publicirten Beobachtungen veröffentlicht, zugleich aber auch werthvolle eigene Untersuchungen mitgetheilt.

Ich will vorerst die Frage, um deren richtige Beantwortung es sich bei dieser Gattung vor Allem handelt, genauer präcisiren: Hat die Kapsel von *Notothylas* im Allgemeinen denselben Bau, wie die der verwandten Genera *Dendroceros* und *Anthoceros*, oder ist sie diesbezüglich wesentlich verschieden? und speciell: ist auch bei *Notothylas* eine Columella vorhanden und wenn diess der Fall, stimmt diese in ihrer Entstehung mit der von *Anthoceros* überein, oder nicht?

Sullivan hatte in der Diagnose dieser von ihm aufgestellten Gattung ausdrücklich das Vorhandensein einer Columella betont. Ihm lag *N. valvata* vor. Als Milde später bei Gräfenberg in Mähren die von ihm als *Chamaeceros fertilis* benannte Pflanze auf fand, glaubte er anfangs die Sullivan'sche Pflanze vor sich zu haben. Nachdem er sich aber bei genauerer Untersuchung überzeugt zu haben glaubte, dass der mährischen Pflanze die Columella constant fehle und weiters, dass die Kapsel im Laube reife, während er sie bei den Sullivan'schen Pflanzen mit ihrer Spitze aus dem Involucrum hervorgetreten fand, hielt er sich für berechtigt, jene als Vertreterin eines neuen Genus (*Chamaeceros*) zu betrachten, welches durch die eben berührten Eigenthümlichkeiten sich ebenso von den Anthoceroteen entferne, als den Riccieen nähere.



Auf Grund zahlreicher und sorgfältiger Untersuchungen constatirte nun Gottsche, dass bei den Milde'schen Pflanzen sich allerdings häufig eine Columella nicht nachweisen lasse, dass sie aber in anderen Kapseln unzweifelhaft vorhanden sei. Ganz dasselbe fand Gottsche auch bei den von Lehmann angeblich bei Marienbad gesammelten Exemplaren (*Carpolipum fertile* Lehm.). Auch bei der Sullivant'schen Pflanze hatte er schon früher in manchen Kapseln ein Säulchen nicht finden können. Auch bei *N. orbicularis* Sull. fand er Kapseln mit und solche ohne Säulchen, während bei *N. Breutelii* Gottsche (*Anthoceros Breutelii* Syn. Hep.) ein solches constant vorhanden war. Gottsche betont nun ausdrücklich die grosse Uebereinstimmung der das „Säulchen“ zusammensetzenden Zellen mit den freien „sogenannten Schleuderzellen“ in Form und Verdickung. Beim Präpariren und Behandeln mit Reagentien „lösten sich mitunter ganze Zellreihen von dem Säulchen ab, und stellten ähnliche Zellen, wie die freien sogenannten Schleuderzellen dar, indem sie in einzelne Zellen zerfielen.“ „Bei *Notothylas* sind die Columellazellen und die sogenannten Schleuderzellen also lange nicht so verschieden, wie bei den *Anthoceros*-Arten, wo man keine Columella-Zelle gleichsam zur Schleuderzelle umbilden kann. Diess Verhältniss erlaubt denn auch der Columella bei *Notothylas* sich unter Umständen, die mir bis jetzt unbekannt sind, und scheinbar der Willkühr der Natur unterliegen, ganz in solche Zellen mit netzfaseriger Ablagerung aufzulösen.“

Diese Ansicht wornach also bei *Notothylas* wie bei *Anthoceros* constant eine Columella (und wohl auch in gleicher Weise) angelegt werde, dass sie aber manchmal unter gewissen, uns nicht weiter bekannten Verhältnissen in einzelne Zellen zerfallen und somit der Untersuchung entgehen könne, war unzweifelhaft nach den oben mitgetheilten Untersuchungen gerechtfertigt, und schien auch mir nach meinen auf die diesbezügliche Erforschung reifer oder der Reife naher Kapseln gerichteten Beobachtungen für höchst wahrscheinlich. Ich fand nämlich bei *N. melanospora* Sull. und ebenso bei *N. Breutelii* häufig eine Columella, dessgleichen fast immer bei *N. valvata*. Als ich vor einigen Monaten die von Milde gesammelten Pflanzen des *N. fertilis* \*) untersuchte, fand ich ebenso oft keine, als eine Columella, es fiel mir aber schon damals auf, dass die Columella in keinem Falle über die Kapselmitte hinaufreiche. Auch konnte ich constatiren, dass das Entwicklungsstadium der Kapsel für das Vorhandensein oder Fehlen der Columella ohne allen Einfluss sei. Ich fand nämlich unter den vielen anscheinend reifen Kapseln auch solche, welche in ihrer unteren Hälfte erst Sporenmutterzellen zeigten, die unter sich theilweise selbst noch im Gewebeverbande waren. Wenn irgendwo, so musste die Columella nach der Gottsche'schen Annahme an solchen noch nicht ausgereiften und überhaupt noch unentwickelten Kapseln am sichersten aufzufinden gewesen sein, da wohl weiter anzunehmen war, dass die Auflösung derselben in einzelne Zellen erst später erfolge, gewiss aber nicht vor

---

\*) Der Ansicht Gottsche's zufolge ist diese Art jedoch von *N. valvata* specifisch nicht verschieden.



Isolirung der Sporenmutterzellen eintreten könne. Aber merkwürdiger Weise war gerade an solchen Kapseln eine Columella nicht nachzuweisen. Auch die Grösse der Kapsel ist diesbezüglich belanglos. Ich will nämlich schon jetzt erwähnen, dass bei dieser Pflanze die Kapselgrösse keinen Schluss auf den Entwicklungszustand derselben gestattet. Es gibt Kapseln, welche zwei Mm. Länge und darüber erreichen, aber ich fand auch solche, die nur 0.5, selbst 0.3 Mm. lang waren, und doch hatten sie an ihrer Spitze schon reife Sporen, zeigten die beiden Klappen geöffnet und einen Theil der Sporen entleert. Das Vorkommen solcher Zwergkapseln hat mich häufig genug beim Aufsuchen von Jugendzuständen getäuscht, die ich häufig gefunden zu haben glaubte, bis eine genauere Untersuchung mir dann jedesmal die unerwünschte Enttäuschung bereitete. So lange und emsig ich nämlich schon damals in dem mir zur Disposition gestandenen reichen Material (es war im September gesammelt) nach Jugendzuständen suchte, es wollte mir nur ein paar Male gelingen, solche aufzufinden; aber auch diese schienen nicht etwa in Entwicklung begriffene, sondern vielmehr solche zu sein, die auf einen früheren Entwicklungszustand stehen geblieben und abgestorben waren. Die Pflanze musste also in früherer Jahreszeit wahrscheinlich schon im ersten Frühjahr gesammelt und untersucht werden. Meine Hoffnung, sie im vorigen Frühjahr zu erhalten, ging leider nicht in Erfüllung und erst Anfangs October kam ich in den Besitz der Pflanze, da Herr Limpricht in Breslau die grosse Güte hatte, eigens die Fahrt nach Gräfenberg zu unternehmen, um die Pflanze für mich zu sammeln. An dem reichen Material, das mir so von der lebenden Pflanze zur Verfügung stand, machte ich die nun folgenden Beobachtungen.

Die Pflänzchen fanden sich immer nur vereinzelt zwischen *Anthoceros punctatus*, und erschienen nirgends zu Rasen vereinigt. Sie stellten halbkreisförmige Ausbreitungen dar, und waren ihrer Grösse entsprechend mit wenigen oder zahlreichen Früchten (selbst bis zu 10) besetzt. Die Früchte stehen, wie es auch frühere Beschreibungen angeben, ganz am Rande und liegen mit ihrer Längsachse ganz in der Laubebene, erscheinen häufig selbst unter diese hinabgedrückt. Stehen sie einzeln, was aber seltener vorkommt, so erkennt man sofort, dass sie aus einer tiefen Einbuchtung des Vorderrandes entspringen, stehen sie, wie es am häufigsten der Fall ist, zu zwei, da erscheinen sie mit ihren Basen genähert und spreitzen nach der Spitze hin. Auch hier überzeugt man sich bei sorgfältiger Präparation, dass jeder Frucht eine Einbuchtung entspricht, und dass der zwischen ihren Vorderenden sichtbare Laubtheil der die beiden Einbuchtungen trennende Mittellappen ist. (Taf. V, Fig. 17—19.) Da das Wachsthum von *Notothylas* ganz dem von *Anthoceros* gleicht und beide Gattungen auch in der Anlage der Archegonien durchaus übereinstimmen, so ist diese Randstellung der Früchte nur dadurch zu erklären, dass der Scheitel in Folge der Fruchtbildung abstirbt, während bei *Anthoceros* derselbe weiter wächst und die Frucht somit in die Rückenstellung gelangt. Nach den zahlreichen Untersuchungen, die ich anstellte, scheint überhaupt jeder Scheitel nur eine einzige Frucht zu bilden, obwol er



zahlreiche Archegonien producirt. Man findet nämlich häufig an der Basis der Früchte (des Involucrums) oder selbst höher an denselben und im Gewebe versenkt, abgestorbene Archegonien, was aber ausserdem für die oben gemachte Angabe spricht, dass jede Frucht einem gesonderten Scheitel der Laubachse entspreche. Freilich ist der Scheitelpunkt nicht zu erkennen, wie überhaupt Früchte tragende Pflanzen nirgends mehr ein Scheitelwachsthum zeigen, und alle Zeichen des Absterbens an sich tragen. *Notothylas* ist also entschieden eine einjährige Pflanze.

Die Früchte zeigten fast durchgehends das gleiche Entwicklungsstadium und waren nahe der Sporenreife. Die Kapseln waren in ihrer oberen Hälfte rothbraun, in ihrer unteren heller gefärbt, und fast ausnahmslos noch von der Hülle überdeckt, die in ihrem oberen Theile namentlich aber am Scheitel kürzere und längere lappenartige Anhänge zeigte. Die Kapseln waren noch sämmtlich geschlossen, und enthielten in ihrem Scheitel isolirte Sporen, weiter grundwärts Sporentetraden, dann Sporenmutterzellen. Unterhalb dieser verschmälert sich die Kapsel rasch zu einem ganz kurzen Stiele, der in einen mächtigen Bulbus übergeht, dessen Oberflächenzellen wie bei *Anthoceros* schlauchförmig auswachsen, und so eine innige Verbindung mit dem umgebenden Gewebe herstellen. An der Grenze zwischen Stiel und Bulbus, oder etwas oberhalb dieser, erscheint häufig eine Zelllage braun gefärbt und abgestorben, ja öfters findet man die Kapsel an dieser Stelle ganz losgelöst und frei im Involucrum liegend. \*)

Von solchen frei heraus gefallen Kapseln und anderen, die erst aus dem noch vollkommen geschlossenen Involucrum heraus präparirt wurden, habe ich nun viele Dutzende auf das Fehlen oder das Vorhandensein der Columella untersucht. Zu dem Ende wurde zuerst unter dem Präparirmikroskope von dem noch mit der Kapsel in Verbindung gebliebenen Stielstumpfe eine Querscheibe abgeschnitten, um mich durch Untersuchung der Querschnittsfläche zu überzeugen, dass auch im Centrum desselben die Zellen vorhanden seien, dass also — was ja immerhin möglich wäre — beim freiwilligen oder künstlich bewirkten Lostrennen der Kapsel nicht etwa die Columella aus derselben herausgerissen worden wäre. Ich will gleich hier bemerken, dass diess bei keiner *Notothylas*art der Fall ist, auch dann nicht, wenn man beim Lostrennen der Kapsel ganz roh verfährt. Ist also überhaupt eine Columella vorhanden, dann muss sie jedenfalls in der noch geschlossenen Kapsel aufzufinden sein. Solche Kapseln wurden nun mit aller Vorsicht geöffnet, und auch nicht bei

---

\*) Diese Lostrennung der Kapsel vom Bulbus tritt also unzweifelhaft öfters vor der Reife des unteren Kapseltheiles ein und erinnert unwillkürlich an ähnliche Vorkommnisse bei den Riellen. In späteren Entwicklungsstadien scheint diess aber ausnahmslos vorzukommen. Wenn man Herbarmaterial einige Zeit aufweicht, so findet man immer in der Flüssigkeit herausgefallene Kapseln verschiedenen Entwicklungsstadiums. Auch an den Culturen fand ich später häufig frei herumliegende Kapseln — die — vielleicht beim Bespritzen der Pflanzen aus dem geöffneten Involucrum herausgeschleudert — vielleicht durch Thiere waren herausgezogen worden.



einer einzigen eine Columella vorgefunden. Alle Kapseln ohne Ausnahme, auch solche, in welchen an der Spitze schon isolirte Sporen vorhanden waren, zeigten weiter grundwärts: Sporentetraden, dann Sporenmutterzellen, die in der Höhe des ziemlich scharf abgegrenzten Stielansatzes in unter sich fest verbundene Zellen übergingen. Dabei zeigten sich die Sporen, resp. Sporentetraden und Sporenmutterzellen deutlich in Querreihen geordnet, welche durch Lagen steriler Zellen getrennt schienen. Da letztere durch das Wasser jedoch sich vielfach von einander trennten, so griff ich zu der bei *Anthoceros* angewendeten Methode, die Kapseln durch längeres Liegen in Alkohol zu härten, dann Schnitte anzufertigen, diese dann in Wasser zu legen und die fertilen Zellen durch Betupfen mittelst eines zarten Pinsels zu entfernen. Das gelingt nun an Quer- und Längsschnitten ganz vortrefflich und an so hergestellten Präparaten wird die natürliche Lagerung der Zellen auf das Klarste zur Anschauung gebracht. Von den vielen so hergestellten Präparaten, die sich ganz gut aufbewahren lassen, habe ich auf Taf. IV, Fig. 8, ein Stück abgebildet: Die sterilen Zellen stehen sämmtlich unter sich im Gewebeverbande und lassen zwischen sich Räume, in welchen die Sporentetraden liegen. Die in diesem Bilde vorzüglich quer verlaufenden, unter sich zusammenhängenden Reihen steriler Zellen sind aber (wie die Vergleichung entsprechender Querschnitte zeigt) nur die Durchschnitte von zusammenhängenden Zellschichten, die hauptsächlich in Querrichtung aber in Folge der Verbindung mit anderen höher und tiefer liegenden auch in geneigter Lage den Sporenraum durchsetzen. Es entstehen also auf diese Weise Kammern, die vorzüglich in Querlagen geordnet sind und in denen die Sporentetraden liegen.

Wenn wir mit dieser Vertheilung und Anordnung der Elemente des Sporenraumes jene vergleichen, wie sie bei *Anthoceros* (Gruppe C) vorkommt, so liegt — abgesehen natürlich vom Vorhandensein oder dem Fehlen einer Columella — der Unterschied eigentlich nur darin, dass dort die sterilen Zellen zu Strängen, hier zu Flächen verbunden sind, dort also ein Netzwerk, hier ein Kammerwerk bilden.

So ist es in Kapseln, welche auch in ihren ältesten Theilen nicht weiter als bis zur Bildung von Sporentetraden vorgeschritten sind. Aber auch in jenen Regionen einer Kapsel, in welcher die Sporen schon in Folge Auflösung ihrer Mutterzellen sich von einander trennen, lässt sich auf die oben besprochene Weise noch immer das aus den zusammenhängenden sterilen Zellen gebildete Kammerwerk darstellen, in dessen Räumen die Sporengruppen vertheilt sind. Erst bei voller Reife der Sporen trennen sich auch die sterilen Zellen aus ihrem Verbande, doch findet man noch immer einzelne Zellen zusammenhängend.

Die sterilen Zellen sind noch zur Zeit, als zwischen ihnen Sporentetraden sich befinden, dicht mit Stärke erfüllt und grün. Später verlieren sie ihren Inhalt, die Wände werden gebräunt, und zeigen einzelne in Spirallinien verlaufende Verdickungstreifen.

Nach dem oben Mitgetheilten ist es also nicht dem geringsten Zweifel unterworfen, dass in den derart untersuchten Kapseln ein Columella auch der Anlage nach nicht vor-



handen war. Nun habe ich schon oben mitgetheilt, dass ich an den von Milde an demselben Standort gesammelten Pflanzen nebst vielen columellalosen Kapseln auch solche fand, bei denen ein die Axe der Kapsel durchziehender Zellstrang vorhanden war. Die Zellen dieser „columella“ waren aber den freien sterilen Zellen durchaus gleich gebildet und verdickt, und es war naheliegend anzunehmen, dass solche axil verlaufende Stränge einfach durch eine bestimmte Vertheilung der Kammern entstehen, in der Weise, dass diese sämtlich extraaxillär gelegen seien, wodurch dann die mehrschichtigen (vergl. Fig. 8) Kammerwände in der Axe der Kapsel einen dieselbe durchziehenden continuirlichen Zellenzug bilden müssten. Diese Ansicht erhält eine Stütze durch die Thatsache, dass an den aus noch nicht reifen Kapseln herausgerissenen Mittelsäulchen fast immer die Rudimente der Kammerwände haften, die dann im Durchschnitt wie horizontal verlaufende, vom Mittelsäulchen ausgehende Zellenzüge erscheinen. Da aber ganz unzweifelhaft auch in reifen Kapseln dieser axile Strang steriler Zellen aufgefunden wird, und in Regionen der Kapsel vorkommt, wo die übrigen sterilen Zellen sich ganz von einander getrennt haben, die Kammerwände also nicht mehr vorhanden sind, so müssen die Zellen der den Mittelstrang zusammensetzenden Theile jener Kammerwände offenbar in innigerer Verbindung geblieben sein, und eine Differenz zwischen ihnen und den ausserhalb des Stranges liegenden sterilen Zellen war denn doch immerhin gegeben. Aber so viel konnte aus diesen Untersuchungen schon geschlossen werden: Da es unzweifelhaft Kapseln gibt, in welchen ein Theil der sterilen Zellen nicht zu einem Mittelstrang vereinigt ist und dieser dann auch in jenen Theilen der Kapsel fehlt, wo die übrigen sterilen Zellen noch in Gewebeverbindung sich befinden, ein solcher Mittelstrang also auch gar nicht angelegt worden sein kann, so muss die Differenzirung der Gewebe- wenigstens für solche columellalosen Kapseln eine andere sein, als für *Anthoceros*.

Die Ansicht erhielt noch durch Folgendes eine weitere Stütze: Wenn man aus Kapseln, welche in ihrem unteren Theile Sporenmutterzellen zeigen, unmittelbar unter der Region, in welche diese aus dem Gewebeverbande treten und sich abrunden, also an der Uebergangsstelle in den Stiel, Querschnitte anfertigt, so treten an denselben nur zwei Gewebepartieen scharf hervor: Eine peripherische (offenbar die Kapselwand darstellende) und eine mittlere (dem Sporenraume entsprechende). Diese mittlere Partie besteht aus vier quadrantisch geordneten Zellgruppen, in welchen aber weder eine peripherische (Ring-) Zone (etwa der fertilen Schichte bei *Anthoceros* und *Dendroceros* entsprechend) noch ein centraler (der Columella entsprechender) Theil hervortritt (Taf. IV, Fig. 6 a). Der dazu gehörige Längsschnitt zeigt, dass diese axile Partie sich nach abwärts verjüngend in den Stiel hinein fortsetzt, und dort auf zwei Zellreihen (im Längsschnitt) reducirt erscheint (Fig. 6 b). Querschnitte durch den Stiel (Taf. IV, Fig. 5, 7) zeigen nun ausnahmslos vier quadrantisch gelegene Zellen, und eine peripherische Zone, die nachweisbar durch Spaltung einer Schichte entstanden ist.



Es besteht also im Baue des unteren Sporogontheiles ein wesentlicher Unterschied gegenüber *Anthoceros*, wo ja sporenbildende Schichte und Columella bis an den Bulbus hin vollkommen scharf differenzirt sind. Für *Notothylas* kommt man zur Anschauung, es durchziehe den Kapselstiel ein aus vier Zellreihen gebildeter Zellstrang, der, sich nach oben erweiternd, unmittelbar in den Sporenraum übergeht.

Es schien mir aber durchaus nothwendig, auch noch durch Studium der Entwicklungsgeschichte weitere Beweise dafür beizubringen. Ich begann nun, unterstützt durch Herrn Waldner, das vorhandene Material nach jüngeren Sporogonen zu durchsuchen.\*) Es war ja möglich, in der Entwicklung verspätete oder in frühen Stadien abgestorbene Sporogone aufzufinden und es konnten auch die letzteren um so eher verwerthet werden, als ich aus vielfältig an anderen Moosen gesammelter Erfahrung wusste, dass die abgestorbenen Embryonen immer normale Entwicklungszustände darstellen. Es gelang uns, in der That, einige Embryonalstadien aufzufinden.

Fig. 1 der Taf. IV stellt das jüngst beobachtete Stadium dar. Der untere, wohl nur dem Bulbus angehörige Theil wurde, weil fest im Gewebe haftend (vergl. Fig. 3, 4 c, 10, 11), bei der Freipräparirung abgerissen. Der obere (Stiel- und Kapsel-) Theil zeigt einen axilen aus vier Zellreihen bestehenden Strang, umgeben von einer einzigen Zellschichte.\*\*\*) Der Querschnitt zeigte deutlich ursprüngliche Quadrantentheilung und die Quadrantenwände verliefen continuirlich durch den ganzen Embryo. Eine Bildung von Stockwerken war nicht wahrzunehmen, der ganze über  $\alpha - \beta$  befindliche Theil schien also aus einem Stockwerke hervorgegangen, das durch sich kreuzende Längswände ursprünglich in vier Zellen zerfallen war, in welchen die Differenzirung in Innen- und Aussenzellen erfolgte.

Fig. 2 zeigt ein älteres Stadium, das sich ganz gut an das der Fig. 1 anschliesst. Die peripherische Zelllage ist unten in 2, oben in 3 Schichten getheilt; der axile Zellstrang verbreitet sich nach oben; in seinen durch zahlreiche Quertheilungen flach scheibenförmig gewordenen Zellen haben nun auch Längs- und Schieftheilungen stattgefunden. Es schliesst sich dieses Stadium sehr schön an die Fig. 6 an und beweist die Richtigkeit der früher gezogenen Schlussfolgerung.

Wir fanden später noch zwei Embryonalstadien, die ganz mit dem zuletzt besprochenen übereinstimmten,\*\*\*)) daher ich die Mittheilung der Zeichnungen für überflüssig halte.

---

\*) Wir mussten, sollte nicht in der ganzen Beobachtungsreihe eine bedeutende Lücke bleiben, zu dieser ungemein mühsamen und Wochen in Anspruch nehmenden Methode schreiten, da wir leider jede Hoffnung aufgeben mussten, im Frühjahr gesammeltes Material zu erhalten.

\*\*) Ich möchte hier schon darauf aufmerksam machen, dass annähernd gleich grosse Embryonen von *Anthoceros* und *Dendroceros* schon Columella und fertile Schichte angelegt haben. (Vergl. Taf. I, Fig. 3, 10, 11, Taf. III, Fig. 10.)

\*\*\*)) Alle diese Objecte befinden sich als Präparate in meinem Besitze.



Auch das ältere, von Milde gesammelte Material wurde nun durchmustert und wir waren wieder so glücklich, einige belehrende Objecte aufzufinden.

Fig. 3 stellt den optischen Längsschnitt durch ein Sporogon dar, in dessen oberem Theile schon ganz deutlich abgerundete grössere Zellen (Sporenmutterzellen?), die in Querreihen liegen, erkenntlich sind. Auch dieses Stadium schliesst sich an das in Fig. 2 dargestellte gut an. Das durch längeres Liegen in Kalilösung durchsichtig gemachte Object wurde unter dem Präparirmikroskope in Stücke zerschnitten. Der Querschnitt durch den unteren Theil (Fig. 3 b) war in der mittleren Partie gut erhalten; beim Zerschneiden des oberen Stückes fielen aber die Elemente des Innenraumes (wohl auch in Folge der Einwirkung des Kali) auseinander, und es wurde ein brauchbares Bild des Querschnittes nicht erhalten.

Fig. 4 zeigt Ansichten eines anderen Sporogons, das aber, seinem Aussehen nach zu urtheilen, abgestorben war. Der Kapseltheil war cylindrisch (nicht wie Fig. 2 und 3 keulig), die Zellen des Stieles bis an die schlauchförmig ausgewachsenen des Fusses (bis x . . y) braun gefärbt (Fig. 4 c). Der Querschnitt des Stieles (Höhe  $\alpha$  . .  $\beta$ ) zeigte die Kreuztheilung mit vier centralen und acht peripherischen Zellen (vergl. Fig. 1 b); der Querschnitt durch die Mitte des Kapseltheiles (Fig. 4 b) zeigte wieder die quadrantisch geordneten centralen Zellgruppen (vergl. Fig. 2 b, 3 b, 6 a), und auch der Längsschnitt (Fig. 4 a) zeigte, wie in den früheren Objecten, nur den axilen Strang und die Rindenschichte.

Da weitere Objecte, die die Lücken ausfüllen sollten, die sich noch in der Reihe der Entwicklungsstadien vorfanden, absolut nicht aufzufinden waren, wurde nun eine andere Notothylassart der Untersuchung unterzogen.

Bei *N. valvata* findet man in den Kapseln in der Regel eine Columella, öfters aber auch keine. Die Zellen der Columella unterscheiden sich (mit Ausnahme eines noch zu besprechenden Falles) in Nichts von den freien sterilen Zellen (Taf. V, Fig. 13) und es sind die Verhältnisse in jeder Beziehung wie bei *N. fertilis*. Ueberhaupt fand ich den Kapselbau häufig ganz so, wie bei dieser Art. Aber unzweifelhaft gibt es noch eine zweite Form: Eine fünf Mm. lange Kapsel\*) hatte eine besonders starke Columella entwickelt, deren Zellen sich wesentlich von den da und dort ihr anhaftenden sterilen Zellen unterschieden (Taf. V, Fig. 4). Ein Querschnitt durch den Grund, unmittelbar unter der Region der sich aus dem Verbande lösenden Sporenmutterzellen, zeigte nun eine ganz deutliche Columella quadratischen Querschnittes und sechzehnellig, also vollkommen der gleichend, wie sie bei *Anthoceros* gefunden wird (Taf. V, Fig. 1). Um sie herum war eine Zellschichte gelagert, die in Folge tangentialer Theilungen ihrer Zellen als aus Radialreihen zusammengesetzt erschien (Sp); sie setzte sich nach aufwärts unmittelbar in die Sporenregion fort, und entsprach offenbar der sporenbildenden Schichte. Am noch tieferen durch den

---

\*) Ich besitze noch die betreffenden Präparate.



Stiel geführten Querschnitte (Fig. 2) erkannte man noch das aus vier Zellen bestehende Columellaquadrat und eine dasselbe umgebende Schichte, welche wohl die Fortsetzung der sporenbildenden Schichte darstellte. Ob diese genetisch zur Columella oder zur Rinde gehöre, konnte natürlich bei dem Umstande, als ja offenbar altes Gewebe vorhanden war, in dem schon vor langer Zeit Zelltheilungen jeder Art aufgehört hatten, mit Sicherheit nicht gesagt werden. Aehnliche Querschnitte wie Fig. 1 und 2 erhielt ich noch mehrere Male und Fig. 3 zeigt die schematisirte Darstellung eines am oberen Stielende geführten Querschnittes, der ein Zwischenstadium zwischen jenen beiden Figuren repräsentirt.

Ich werde später noch auf diese Kapselform zurückkommen und will vorerst weitere bei anderen Nothylasarten gemachte Beobachtungen mittheilen:

Bei *N. melanospora* fand ich in allen Kapseln eine Columella. Meist sind ihre Zellen von den übrigen sterilen Zellen nicht verschieden (Fig. 14 a). Einmal aber fand ich eine viel dickere, aus langgestreckten Zellen gebildete Columella (Fig. 14 b).

Bei *N. Breutelii* war in gleicher Weise häufig eine Columella vorhanden, deren Zellen von den freien sterilen Zellen sich nicht wesentlich verschieden zeigten. In einer sehr grossen (ohne Stiel 5 Mm. langen) Kapsel\*) fand sich aber eine mächtige Columella, deren Zellen zwar nicht viel länger waren, als die freien sterilen Zellen, denen aber jede Spur jener ausgezeichneten Verdickungsleisten fehlte, die an den freien sterilen Zellen so auffällig sind (Taf. V, Fig. 6). Durch die scharfe Abgrenzung der peripherischen Zellen, die glatte Oberfläche (vergl. die Querschnitte) stellte sich dieselbe als ein scharf differenzirter den Sporenraum durchziehender Zellstrang dar und stand diesbezüglich den Columellen der Anthoceros- und Dendrocerosarten in keiner Weise nach.

Da von *N. Breutelii* ein ziemlich reichliches Herbarmaterial vorhanden war, wurde nun auch hier, wie bei *N. fertilis*, nach Jugendzuständen geforscht, und es wurden in der That einige aufgefunden:

Ein solches Object ist in Fig. 9 der Taf. IV dargestellt. Aus der Betrachtung der Längs- und Querschnitte kommt man zur Ansicht, dass auch hier der Stiel von einem aus vier Zellreihen bestehenden (axilen) Strange durchzogen wird, der sich nach oben (dem Kapseltheil) erweitert und aus dessen Zellen durch weitere Theilungen der Sporenraum inclusive der Columella hervorgeht; — also zur selben Ansicht, welche sich schon aus den Untersuchungen von *N. fertilis* ergab. Ein ganz ähnliches Object\*\*) wurde auch ein zweites Mal gefunden, und es wurde eben wegen der in allen wesentlichen Punkten vollkommen Uebereinstimmung der Bilder mit den eben besprochenen die Mittheilung derselben unterlassen.

\*) Es gibt aber auch reife Kapseln von nur 2 Mm. Länge (mit dünner Columella). Ich fand aber auch eine Kapsel die (ohne Stiel) 0.4 Mm. lang und von dem weit vorgezogenen Involucrum bedeckt, doch an der Spitze geöffnet war. In ihrem oberen Theile fanden sich anscheinend ganz reife Sporen.

\*\*) Auch diese Objecte besitze ich in meiner Präparatensammlung.



Eine interessante Abweichung zeigt das in Fig. 11 dargestellte Object: Die zwei am Längsschnitte sichtbaren Zellreihen des basalen Theiles verlaufen nicht in gleicher Mächtigkeit auch durch den oberen Theil, sondern die eine scheint successive auszugehen, während die andere um so breiter wird. Da aber die Querschnitte (Fig. 11 b, 11 c) zeigen, dass die vier axilen Zellreihen die ganze Höhe des Sporogons durchsetzen, so konnte jene Ansicht des Längenschnittes nicht in dem Verschwinden (Aufhören) einer oder zweier Zellreihen, sondern nur in einer Torsion ihren Grund haben, welche sich auch durch Drehen des Objectes nachweisen liess, und die natürlich das ganze Sporogon erleiden musste.

Alle diese bis jetzt besprochenen Objecte zeigen wieder, dass auch in jungen Sporogonen von *N. Breutelii* eine Columella der Anlage nach nicht vorhanden ist, und dass auch diese Art, sich in ihren Jugendstadien im Wesentlichen ganz an den fast immer columellalosen *N. fertilis* anschliesst.

Auch bei *N. Breutelii* findet man Kapseln, in deren unterem Theile erst die Los-trennung der Sporenmutterzellen beginnt. Querschnitte, welche man unmittelbar unter dieser Region also ganz an der Kapselbasis (an ihrem Uebergange in den Stiel) führt, geben in der Regel keine brauchbaren Bilder, da die stark geschrumpften Zellen durch kein Mittel ihre ursprüngliche Form wieder annehmen. Ein Paar Male aber war diess doch der Fall, und die Fig. 10 zeigt einen solchen Querschnitt mit dem dazu gehörigen Längs-schnitte aus einer columellalosen Kapsel. Wieder sind nur zwei Particen zu unterscheiden, eine peripherische und eine mittlere, in welcher letzteren alle Zellen gleichartig und sämmtlich in lebhafter Theilung begriffen sind. Es stimmt dieses Bild ganz mit dem ent-sprechenden von *N. fertilis* (Taf. IV, Fig. 6) überein, und zeigt wieder den tiefen Unter-schied dieses Entwicklungsvorganges von dem, wie er bei *Anthoceros* stattfindet.

Bei den auf die Auffindung junger Sporogone gerichteten Untersuchungen wurden auch ein Paar sehr frühe Embryonalstadien aufgefunden. Sie sind in Fig. 10 und 11 der Taf. IV abgebildet. Es geht daraus hervor, dass sich bezüglich der ersten Theilungen *Notothylas* nicht wesentlich anders verhält, als die beiden anderen Anthoceroteengattungen: Es erscheinen auch hier zwei Stockwerke quadrantisch gelegener Zellen gebildet. Die Zellen des unteren fussbildenden Stockwerkes sind wie dort zu Papillen und Schläuchen ausgewachsen; im oberen Stockwerke\*) ist die Differenzirung in Innen- und Aussenzellen durchgeführt.

Ich fasse nun im Folgenden alle aus den eben mitgetheilten Untersuchungen ge-wonnenen Erfahrungen nochmals zusammen:

- a. Bei vielen (vielleicht allen?) Arten der Gattung *Notothylas* kommen Kapseln vor, die keine Columella besitzen und es zeigt die Untersuchung halbreifer Sporogone, dass dieselbe nicht etwa erst später durch Trennung der Zellen aufgelöst wird, sondern dass sie auch der Anlage nach nicht vorhanden war;

---

\*) Das bei *Anthoceros* und *Dendroceros* vor weiterer Differenzirung wieder in zwei Etagen zerfällt.



- b. wenn eine Columella vorkommt, so ist diese in der Regel ein dünner Zellstrang, dessen Zellen den freien sterilen Zellen in Form, Grösse und Verdickung gleich sind; in einigen Fällen aber ist dieselbe viel mächtiger, und ihre Zellen sind anders beschaffen als die freien sterilen Zellen;
- c. alle aufgefundenen Jugendzustände zeigten keine Columella;
- d. die ersten Embryonalstadien stimmen mit denen von *Anthoceros* und *Dendroceros* überein.

Auf Grund dieser Thatsachen können wir nun für die Entwicklungsgeschichte der Sporogone folgendes angeben:

Der Embryo von *Notothylas* zeigt in einem gewissen Entwicklungsstadium zwei Stockwerke von je vier quadrantisch gelegenen Zellen. Die Zellen des unteren Stockwerkes wachsen papillös aus; aus ihrer Gesamtheit geht der Fuss (bulbus) des Sporogons hervor. Das obere Stockwerk bildet den Stiel- und Kapseltheil des Sporogons. Nach vorausgegangenen Quertheilungen differenzieren sich in ihm vorerst Aussen- und Innenzellen, und bis zu diesem Zeitpunkte stimmt die Entwicklung mit der bei den anderen Anthocerotengattungen zu beobachtenden vollkommen überein. Während nun aber bei den letzteren die Innenzellen die Anlage der Columella bilden (die sporenbildende Schichte aber aus der peripherischen Zellenlage abgeschnitten wird), geht bei *Notothylas* aus ihnen der Sporenraum hervor, und wir haben somit hier — wie bei den anderen Leber- (und Laub-) moosen durch die ersten tangentialen Wände die Differenzirung in Kapselwand und Sporenraum eingeleitet. Auch darin besteht Uebereinstimmung, dass der dem Fusse angrenzende Theil des oberen Stockwerkes den Kapselstiel bildet, der jedoch von der eigentlichen Kapsel nicht scharf abgegrenzt ist. Es bilden die Innenzellen somit einen den Kapselstiel durchziehenden Zellstrang, der, sich nach oben verdickend, allmählig in den Sporenraum übergeht. Da in dem letzteren zuerst Querwände und erst später Längswände auftreten, so erscheinen die Zellen vorwiegend in Querlagen angeordnet. Nur ein kleiner Theil dieser Zellen aber wird zu Sporenmutterzellen, der grössere Theil bleibt steril und unter sich im Gewebeverbande, und bildet nun ein Kammerwerk, in dessen Kammern die Sporenmutterzellen liegen, und das erst bei der Reife der Sporen in einzelne Zellen und Zellgruppen zerfällt.

Diess gilt für die columellalosen Kapseln. Für die columellaführenden, und für jene, wo die Columellazellen sich von den übrigen sterilen Zellen nicht unterscheiden, darf man annehmen, dass dieser axile Strang dadurch entsteht, dass die in der Axe des Sporogons liegenden Zellen sämtlich steril bleiben und auch fester zusammenhängen, dass also die Bildung einer Columella als ein secundärer Vorgang, als eine Folge späterer Differenzirung innerhalb des Sporenraumes betrachtet werden kann. Es würde dann diese Bildung dem die Kapsel von *Pellia* durchsetzenden Elaterenstrang zu vergleichen sein.

Für jene Kapseln aber, deren Columella einen so scharf umgrenzten Strang darstellt, dessen Zellen nach Form, Grösse und Verdickung von den freien sterilen Zellen so



wesentlich verschieden sind (Taf. V, Fig. 4 und 6), bleibt die Art der Entstehung der Columella ungewiss. Da sie an Querschnitten durch den Kapselgrund, wo die Sporenmutterzellen noch nicht differenziert sind (Taf. V, Fig. 1) schon vorhanden ist, und einen regelmässigen (quadratischen) Querschnitt zeigt, so ist ihre frühe Anlage durch bestimmte Theilungsvorgänge wahrscheinlich. Es ist nun zweierlei möglich: Entweder sie wird wie bei *Anthoceros* angelegt, d. h. sie geht aus den ursprünglichen Innenzellen hervor, und die sporenbildende Schicht entsteht durch eine spätere Differenzierung in den Aussenzellen; oder beide gehören zusammen und entstehen aus den Innenzellen und die Columella ist dann, wie bei den Laubmoosen, die Folge einer sehr früh eintretenden Differenzierung innerhalb jener ursprünglichen Innenzellen, (d. i. des „Grundquadrates“).

Ich halte das Letztere für wahrscheinlich. Denn, wenn auch die Form des Querschnittes der Columella (Fig. 1), die Zahl der sie zusammensetzenden Zellreihen, auf *Anthoceros* hinweist, so muss doch betont werden, dass jener Bau nicht immer vorkommt (Fig. 6), anderseits aber ja auch bei den Laubmoosen (*Andreaea*) ähnliche Bildungen angetroffen werden. Auch ist es nicht gut denkbar, dass bei einer und derselben Pflanzenart, so wichtige und morphologisch so tief greifende Vorgänge, wie die Anlage der fertilen Zellschichte, in zweierlei Weise stattfinden sollten. Betrachten wir hingegen die Columella als entstanden durch eine spätere Differenzierung innerhalb der Innenzellen, dann schliesst sich diese Bildung vollkommen an jene früher besprochene an. In beiden Fällen (d. h. in allen columellaführenden Kapseln) wäre dann die Columella als Differenzierung innerhalb des Sporenraumes aufzufassen und es würden sich die beiden Kapselformen nur dadurch von einander unterscheiden, dass in dem einen Falle die Columella als durch eine bestimmte Anordnung gewöhnlicher steriler Zellen (gewissermassen secundär) gebildet, in dem andern Falle aber durch einen sehr früh eintretenden Theilungsvorgang innerhalb des Sporenraumes angelegt werde.

Wenn wir diese Anschauung fest halten, dann haben wir in der Art der Kapselentwicklung bei der Gattung *Notothylas* unmittelbar das verbindende Glied zwischen den typischen Sporogonen der Lebermoose und denen der Laubmoose. Die Kapselentwicklung dieser Gattung schliesst sich dann unmittelbar an die jener Lebermoose an, die innerhalb des Sporenraumes neben den Sporenmutterzellen eine grosse Zahl steriler Zellen besitzen, die ringsum die Sporenmutterzellen umgebend und mit Stärke erfüllt, diesen Stoff nicht zur eigenen Wandbildung verwenden und sich nicht zu Schleuderzellen ausbilden, sondern nur als Reservestoffbehälter für die sich entwickelnden Sporen fungiren, und mit der Ausbildung derselben jede weitere functionelle Bedeutung verloren haben.

Diess ist auch der Fall bei *Corsinia*\*) und den Riellen und namentlich die letzteren bieten auch noch in mancher anderen Beziehung höchst interessante Vergleichspunkte: Bei

\*) Bei *Corsinia* bilden die sterilen Zellen in gleicher Weise Kammern, deren Wände aber immer aus mehreren Zellschichten bestehen. Bei den Riellen scheint diess allerdings nicht der Fall zu sein.



ihnen ist nämlich in gleicher Weise der mächtige Bulbus durch einen dünnen Stiel mit dem Kapseltheil verbunden, und auch bei ihnen wird durch Absterben der Stielzellen vor der Sporenreife die Kapsel vom Stiel getrennt und bleibt in der Hülle (bei *Notothylas* wenigstens häufig) vorläufig eingeschlossen, und auch die Lagerung der noch nicht differenzirten Elemente des Sporenraumes in Querscheiben stimmt bei beiden Formen überein.

Freilich besteht auch ein wesentlicher Unterschied: Bei den Riellen findet eine durch intercalares Wachsthum bewirkte Verlängerung des Sporogones nicht statt, während bei *Notothylas* dasselbe ja lange fortdauert und an der Uebergangsstelle des Stieles in den Kapseltheil thätig ist. Die andern Jungermanniaceen aber besitzen ja ebenfalls ein solches Wachsthum, welches aber freilich nur den Stiel trifft und somit nur das Emporheben der reifen Kapsel und nicht eine Verlängerung dieser bewirkt, wo aber der Umstand wenigstens erwähnt werden soll, dass auch in diesem Falle die Stelle des intensivsten Wachstumes in dem obersten Stieltheile liegt. \*) Da eine scharfe Grenze zwischen Stiel und Kapsel bei *Notothylas* nicht vorhanden ist, weder im Embryonalstadium, noch später, so kann das intercalare Wachsthum ebenso gut auf den Stiel als auf die Kapsel bezogen werden, da ja die Zellen dieser Wachstumszone diesbezüglich noch keinen morphologischen Werth besitzen. Die Verlängerung der Notothylaskapsel durch basilares Wachsthum könnte also, im Hinblick auf die Sporogone der Jungermanniaceen, ebenso gut als eine Einbeziehung des am oberen Stielende sich vollziehenden Zuwachses in die Kapselbildung aufgefasst werden. Unter der, wie ich glaube, nicht zu bezweifelnden Voraussetzung, dass die von mir aufgefundenen Jugendstadien der Notothylasporogone normale Zustände darstellen, ergibt sich aber weiters in der That, dass diese Jugendzustände mit denen der Jungermanniaceen-Sporogone ganz auffallend übereinstimmen: \*\*) Hier wie dort durchzieht den Stieltheil ein aus vier Zellreihen gebildeter Zellstrang, der sich unmittelbar in den Kapseltheil hinein fortsetzend, hier den vorgebildeten Sporenraum darstellt und der dort wie hier gleicher Entstehung ist, indem er durch die ersten tangentialen Theilungen abgeschieden, die Summe der zuerst differenzirten Innenzellen darstellt. Auch möchte ich darauf aufmerksam machen, dass hier, so wie bei *Notothylas* die Abgrenzung des Stieles vom Kapseltheile anfangs keine scharfe ist und erst später sichtbar wird.

Diess gilt für die columellalosen Kapseln. Aber auch für die columellaführenden (wenigstens für die häufige Form derselben) haben wir wieder unter den Jungermanniaceen Vergleichspunkte, da, wie schon oben erwähnt, der axile Schleuderstrang in den Sporogonen von *Pellia* ganz gut mit diesen Notothylas-Columellen verglichen werden kann.

---

\*) Vergl. *Askenasy* in Bot. Zeitung 1874, pg. 237.

\*\*) Man vergleiche die in den früheren Heften mitgetheilten Abbildungen so: Heft I, Taf. III, Fig. 9 für *Blasia*; Heft II, Taf. II, Fig. 9 für *Radula* und Taf. X, Fig. 14 für *Jung. hyalina*; Heft III, Taf. II, Fig. 1 und 2 für *Aneura*.



Bezüglich der Entwicklung der Archegonien habe ich schon im allgemeinen Theile bemerkt, dass auch *Notothylas* dem *Anthocerostypus* folgt, und die Fig. 7, 8, 9 der Taf. V, verglichen mit den Fig. 13 und 14 der Taf. I lassen sogleich diese Uebereinstimmung hervortreten: So wie bei *Anthoceros* erscheint die von den Wandzellen umgebene mittlere Zelle in drei Zellen getheilt, welche die Anlagen für Centralzelle, Halscanal und Deckelchen darstellen. In der Deckelzelle ist ebenfalls schon eine Theilung eingetreten und so wie bei den beiden andern Gattungen setzt dieselbe gewissermassen die bei Anlage der Wandzellen eingehaltene Spirale und Divergenz fort. Ein Unterschied besteht aber bezüglich der Lage der mittleren Zelle im Segmente. Bei *Anthoceros* erscheint sie mitten in demselben liegend (Fig. 13 c), bei *Notothylas* (*Breutelii*) aber an den acroscopen Segmentrand gerückt (Fig. 8, 9). Wenn wir die Oberflächenansichten vergleichen, so erkennen wir den Grund dieser geänderten Lage: Die Bildung der Innenzelle erfolgt nämlich nicht durch drei specifische Theilungsschritte, sondern es werden vegetative Theilungen gewissermassen mit benützt, und die acroscopische Hauptwand des Segmentes erscheint auch schon als erste Archegonialwand und die Bildung der Innenzelle wird auf kürzerem Wege erreicht als bei *Anthoceros* und *Dendroceros*, bei welcher letzteren Gattung übrigens ja etwas ähnliches (vergl. pg. 33) beobachtet wird.



## Erklärung der Abbildungen.

---

### Tafel I.

#### *Anthoceros.*

Fig. 2 von *A. vicentianus*, Fig. 8—11 von *A. punctatus*, die übrigen Figuren von *A. laevis*.

(Die Figuren 13—18 nach Zeichnungen des Herrn M. Waldner.)

- Fig. 1 (350). Achtzelliger Embryo (0.042 Mm. lang) in Längsansicht. Frei präparirt. Im unteren Stockwerke beginnt das Auswachsen der Fusszellen.
- Fig. 2 (350). Zwölfzelliger Embryo (0.075 Mm. lang) in Längsansicht. Frei präparirt. Die Fusszellen zu grösseren schlauchartigen Fortsätzen ausgewachsen.
- Fig. 3 (350). Ein älterer Embryo im optischen Längsschnitte. Die Columella erscheint vier Zellenreihen breit. Sie ist von der sporenbildenden Schichte (hier und in den diesbezüglichen Figuren dunkel gehalten) glockenförmig überdeckt. Die Fusszellen in zahlreiche Schläuche ausgewachsen.
- Fig. 4 und 5. Sporenbildende Schichte von der Fläche gesehen; unmittelbar vor Abrundung der Sporenmutterzellen.
- Fig. 6 und 7. Sporenbildende Schichte desselben Entwicklungsstadiums im Radialschnitte durch das Sporogon.
- Fig. 8 (350). Verticaler Längsschnitt durch eine junge Fruchtanlage.
- Fig. 9 (350). Oberer Theil eines freipräparirten Embryo, mit papillenartigem Fortsatze der in den nicht geschlossenen Halscanal hineinragte. Die Columella erscheint differenzirt.
- a: im optischen Längsschnitte.
- b: im optischen Querschnitte.
- Fig. 10 (350). Embryo im optischen Längsschnitte. Etwas älter als der in Fig. 3 dargestellte, da die Kapselwand schon zweischichtig erscheint.



- Fig. 11 (350). Noch älteres Stadium. In dieser wie in der früheren Figur sieht man deutlich, dass die fertile Schichte nicht aus der Columella abgeschieden wird.
- Fig. 12 (350). Querschnitt durch die Wand einer reifen Kapsel. Der Schnitt traf eine Spaltöffnung (st).
- Fig. 13 (275). Entwicklung des Archegons.
- a: Scheitelfläche in Dorsalansicht. Einstellung etwas unter die Oberfläche. Die Archegonanlagen a, b und c erscheinen in ihrem Bauchtheile, d und e in ihrem Halstheile durchschnitten. Namentlich im Archegone b erkennt man die Aufeinanderfolge der die Innenzelle bildenden Wände (1, 2, 3) vollkommen deutlich.
  - b: Die drei dorsalen, die Archegone a, b und c bildenden Segmente bei Einstellung auf die Oberfläche. In jedem Archegone bemerkt man innerhalb der schon in der früheren Figur sichtbaren Wände, welche die Innenzelle umgrenzten (also gewissermassen innerhalb dieser) eine weitere Wand (4), welche der ersten Theilung in der Deckelzelle entspricht.
  - c: Der Scheitel im verticalen Längsschnitt. Die Archegone a und d liegen in der Schnittebene. Vergl. die schematische Fig. 25 und die folgende.
- Fig. 14 (350). Ein Scheitel im verticalen Längsschnitt mit einer Archegonanlage (a) und einer Spaltöffnung (st).
- Fig. 15 (275). Ansicht auf die Aussenfläche (das Deckelchen) eines jungen Archegons, dessen Entwicklungszustand dem Archegon d der Fig. 13 entspricht. In der Deckelzelle ist eine Wand (den Wänden 4 entsprechend) erkennbar. Unter derselben ist der Querschnitt durch den Hals (bei etwas tieferer Einstellung erhalten) durch punktirte Linien eingezeichnet.
- Fig. 16 (350). Ein Archegon in Längsansicht, mit deutlicher Bauchcanalzelle.
- Fig. 17 (275). Verticaler Längsschnitt durch einen Scheitel, mit zwei Antheridienanlagen (♂).
- Fig. 18 (275). Ein ähnlicher Schnitt. Die die beiden Antheridien einschliessende Höhlung erscheint erweitert.
- Fig. 19 — 23. Keimende Sporen (19—21 350mal, 22 und 23 200 mal vergr.).
- Fig. 24. Ventralseite des Scheitels eines in Cultur erwachsenen aufrechten Sprosses mit zahlreichen Spaltöffnungen. Zu äusserst an der linken Seite führen zwei Oeffnungen in einen Interellularraum, dessen Umgrenzung punktirt ist.
- Fig. 25. Schematische Darstellung des Scheitelwachsthumes und der Theilungen in den Segmenten am verticalen Längsschnitte. Die römischen Zahlen



geben die genetische Folge der Segmente an. Die Segmentgrenzen sind durch stärkere Linien auffallender gemacht. Jedes Segment wird zuerst in eine Innen- und eine Aussenzelle zerlegt.

Tafel II.

*Dendroceros.*

Fig. 1—10 *D. Breutelii*.

- Fig. 1 (350). Vegetationsscheitel im verticalen Längsschnitte; 1—4: Segmente in genetischer Folge; m: erste Theilungswand im Segmente.
- Fig. 2 (350). Ein Laubstück mit jungen Archegonien.  
a: im verticalen Längsschnitt (der Längsschnitt kann als die Fortsetzung des in Fig. 1 dargestellten Präparates nach rückwärts betrachtet werden). A: Archegon, in dem die Central-Halscanal- und Deckelzelle angelegt ist; letztere ist einmal längsetheilt. Am: Archegonmutterzelle (?).  
b: Das Archegon in Oberflächenansicht.  
(In beiden Figuren sind die sich entsprechenden Zellen gleich bezeichnet).
- Fig. 3. Schematische Darstellung der Anlage der Archegone in Ansicht auf die Dorsalfläche des Scheitels. Im Archegone  $a_2$  ist der schraffierte Theil die Umgrenzung der Centralzelle; die Theilungen in demselben gehören der Deckelzelle an. Vergl. Fig. 2.
- Fig. 4 (350). Archegonanlagen an der Dorsalfläche des Scheitels. Vergl. Fig. 3.
- Fig. 5 (350). Querschnitt durch die Mittelrippe der Laubachse. Der Schnitt legte die Centralzelle (c) eines Archegons bloß, dessen Halstheil nicht sichtbar ist: l: einschichtige Lamina.
- Fig. 6 (350). Ein Stück der einschichtigen Lamina in Flächenansicht; vor beginnender Spaltung in den Ecken.
- Fig. 7 (350). Aelteres Stadium; nach erfolgter Spaltung.
- Fig. 8 (350). Keimende Spore, mit einer Spaltöffnung. Das punktirte Zellnetz im Körper der Spore wurde bei mittlerer Einstellung gezeichnet.
- Fig. 9 (350). Ein etwas älteres Stadium (die Zellscheibe ist in der Mitte zweischichtig [durch Quertheilung einer Schichte]). Das Exospor erscheint an der Auskeimungsstelle gedehnt, so dass Verdickungspunkte desselben noch auf die Thallusfläche übertreten.
- Fig. 10 (350). Ein älteres Stadium, mit einer Nostocansiedlung im Intercellularraum unter der Spaltöffnung, deren Spalte schon geschlossen ist.



Fig. 11 und 12 *D. cichoraceus*.

Fig. 11 (350). Eine mehrzellige (aus einer Kapsel genommene) Spore in Durchschnichtsansicht.

Fig. 12 (350). Ein ähnliches Object.

Fig. 13—15 *D. javanicus*.

Fig. 13 (350). Junges Pflänzchen mit Spaltöffnung.

Fig. 14 (350). Halbreife Antheridie

a: in mittlerer Längsansicht,

b: im optischen Querschnitt. Der punktirte Kreis bezeichnet die Stielinsertion.

Fig. 15 (350). Jüngerer Stadium.

Fig. 16. *D. crispus*.

Fig. 16 (50). Eine Nostoccolonie im Querschnitte. m: Mittelrippe, l: einschichtige Lamina. Der Schnitt wurde nach dem Schulze'schen Macerationsverfahren behandelt; die Nostoczellen wurden durch späteres Auswaschen entfernt, und so die Schläuche sichtbar gemacht.

Fig. 17 (200). Oberflächenansicht auf eine ältere Spaltöffnung an der Mittelrippe (von *D. cichoraceus*).

Fig. 18. *D. crispatus*.

Fig. 18 (350). Vegetationsscheitel in Dorsalansicht, zeigend die Entstehung der welligen Laminarlappen bei l, von denen ältere Stadien rechts und links sichtbar sind.

Fig. 19. Schwach vergrößerter Querschnitt durch die Mittelrippe von *D. javanicus*. N: Nostoccolonie; l: Lufträume.

Fig. 20. Pflänzchen von *D. javanicus*. An der Spitze des unteren Seitensprosses links ist eine Gruppe von Antheridien sichtbar (die Decke der sie bergenden Höhlungen geöffnet). Die übrigen kugeligen Körper sind Nostoccolonien.

### Taf. III.

#### *Dendroceros*.

##### *D. cichoraceus*.

Fig. 1 (350). Querschnitte durch ein halbreifes Sporogon. Die sporenbildende Schichte dunkel schraffirt. Man vergleiche mit diesen Querschnitten den in Fig. 12 dargestellten Längsschnitt.



- a: Querschnitt durch den Grund der Kapsel; die Kapselwand ist zweischichtig.  
 b: Etwas höher geführter Querschnitt; es ist ein Theil des Involuerums mit gezeichnet. Die Kapselwand ist vierschichtig.  
 c: Noch höherer Querschnitt. Die Zellen der fertilen (sporenbildenden) Schichte beginnen sich abzurunden.  
 d: Querschnitt in der Höhe, wo Elateren und Sporenmutterzellen schon deutlich erkennbar sind. Die Columella (C) ist vollkommen isolirt.
- Fig. 2 (350). Gruppen von Elateren und Sporenmutterzellen, die beim Schnitte d isolirt wurden.
- Fig. 3 und 4. Junge Elateren (e) an der Kapselwand haftend; in Fig. 4 in drei Zellen getheilt.
- Fig. 5. Zellen der fertilen Schichte von der Fläche gesehen.
- Fig. 6. Fertile Schichte (f) im Durchschnitt. Ungefähr dem Stadium der Fig. 1 c entsprechend.
- Fig. 7 (350). Eine Sporentetrade mit zwei abortirten und zwei entwickelten Sporen.
- Fig. 8 (350). Eine entwickelte fünfzellige Elatere.
- Fig. 9 (350). Embryo im optischen Längsschnitte. Frei präparirt.

*D. crispus.*

- Fig. 10 (350). Junges Sporogon im optischen Längsschnitte. Gesamtlänge 0.24 Mm. Vergl. Text pg. 34.
- Fig. 11 (350). Ein älteres Sporogon. Gesamtlänge 0.54 Mm. Die schlauchförmig ausgewachsenen Zellen des Fusses sind noch mit den Zellen des Involuerums in Verbindung. Die Zeichnung ist genau nach der Natur ausgeführt und nicht schematisch. Zur Erleichterung der Vergleichung mit dem jüngeren in Fig. 10 dargestellten Stadium wurde auch hier die starke Vergrößerung beibehalten, welche auch desswegen von Vortheil war, um die Zellgrenzen genau verfolgen zu können. Vergl. Text pg. 35.

Tafel IV.

*Nothylas.*

Fig. 1—8 *N. fertilis.*

- Fig. 1 (350). Junges Sporogon. (An demselben Laube waren auch fast reife Früchte vorhanden) der untere (Fuss-) Theil wurde bei der Freipräparirung abgerissen.



a: im optischen Längsschnitt,

b: im optischen Querschnitt.

Fig. 2 (350). Ein älteres Entwicklungsstadium.

a: im optischen Längsschnitt,

b: im optischen Querschnitt in der Höhe x—y. (In der peripherischen Partie sind nur die Radialwände gezeichnet; die tangentialen waren nicht deutlich sichtbar),

c: Ansicht vom Grunde aus (in der Höhe y—z).

Fig. 3 (200). Ein älteres Stadium eines Sporogons, in dessen oberen Theile die Sporen-mutterzellen schon isolirt sind.

a: im optischen Längsschnitte (Sporenmutterzellen und sterile Zellen [Elateren] sind in Querreihen geordnet).

b: Querschnitt in der Höhe x—y. Es ist nur der centrale Theil gezeichnet. Die Theilungen im peripherischen Theile waren undeutlich, weil die Zellen durch den Schnitt zerdrückt worden waren.

Fig. 4 (350). Aus einem jungen (abgestorbenen) Sporogone.

a: Medianer Theil des Sporogons im optischen Längsschnitte. Halbschematisch.

b: Ansicht auf die obere Querschnittsfläche.

c: Fusstheil in Ansicht auf die Oberfläche.

Fig. 5 (350). Querschnitt durch den Stiel einer halbreifen Kapsel mit dem umgebenden Gewebe (unmittelbar über dem Bulbus durchschnitten).

Fig. 6 (350). Aus einer Kapsel, in deren Spitze schon isolirte Sporen vorhanden waren. Die Kapsel war geschlossen und noch ganz vom Involucrum bedeckt.

a: Querschnitt unmittelbar unter der Stelle, wo die Isolirung der Sporenmutterzellen begonnen hatte. Man erkennt deutlich den centralen, aus vier quadrantisch geordneten Zellgruppen bestehenden Theil.

b: Ein Stück derselben Kapsel von der in Fig. a dargestellten Querschnittsfläche abwärts, im optischen Längsschnitte. Halb schematisch.

Fig. 7 (350). Querschnitt durch den Stiel einer zwar noch vom Involucrum bedeckten aber schon geöffneten Kapsel.

Fig. 8 (120). Stück eines axil geführten Längsschnittes aus einer Kapsel in der schon die Sporentetraden gebildet. Das Präparat wurde in der Weise erhalten, dass eine frisch gesammelte Kapsel durch längeres Liegen in Alkohol gehärtet und unter Alkohol durchschnitten wurde. Nach erfolgtem Wasserzusatz wurden die Sporentetraden mittelst eines feinen Pinsels grossentheils entfernt, und so die Lagerung der sterilen Zellen (die dicht mit Stärke erfüllt waren) zur Anschauung gebracht.



Fig. 9 und 10 *N. Breutelii*.

- Fig. 9 (350). Ein junges (wahrscheinlich abgestorbenes) Sporogon.  
 a: im optischen Längsschnitte. (Die punktierten Wände waren nicht deutlich.)  
 b: Querschnitt in der Höhe a . . b,  
 c: Querschnitt in der Höhe y . . z,  
 d: Querschnitt in der Höhe x . . y.
- Fig. 10 (540). Ein junger Embryo, frei präpariert; 0.078 Mm. lang.  
 a: In Oberflächenansicht; in der Richtung des Pfeiles x,  
 b: im optischen Längsschnitt gesehen.

Fig. 11. *N. valvata*.

- Fig. 11 (350). Längsansicht eines (abgestorbenen) Embryo.
- Fig. 12 (120). Sporen und sterile Zellen (Elateren) aus einer reifen Kapsel von *N. fertilis*.

## Tafel V.

*Notothyas*.*N. valvata*.

- Fig. 1 (350). Querschnitt durch den Grund einer eine Columella enthaltenden Kapsel. Der Schnitt ist unmittelbar über dem Stiele geführt, und wenig höher waren schon die Sporenmutterzellen isoliert. C: Columella, Sp: sporenbildende Schichte.
- Fig. 2 (350). Querschnitt durch den Stiel derselben Kapsel.
- Fig. 3 (350). Querschnitt durch das obere Stielende einer andern Kapsel, ein Mittelstadium zwischen Fig. 1 und 2 darstellend. Schematisch.
- Fig. 4 (200). Mittlerer Theil der Columella aus der Kapsel der Fig. 1 und 2. Die Columellazellen zeigen keine Verdickungsstreifen und sind dadurch, wie durch ihre Länge von den sterilen Zellen (einige gezeichnet) auffallend verschieden. Vergl. Fig. 13.
- Fig. 5 (540). Stück der Oberhaut einer reifen Kapsel im Querschnitt.

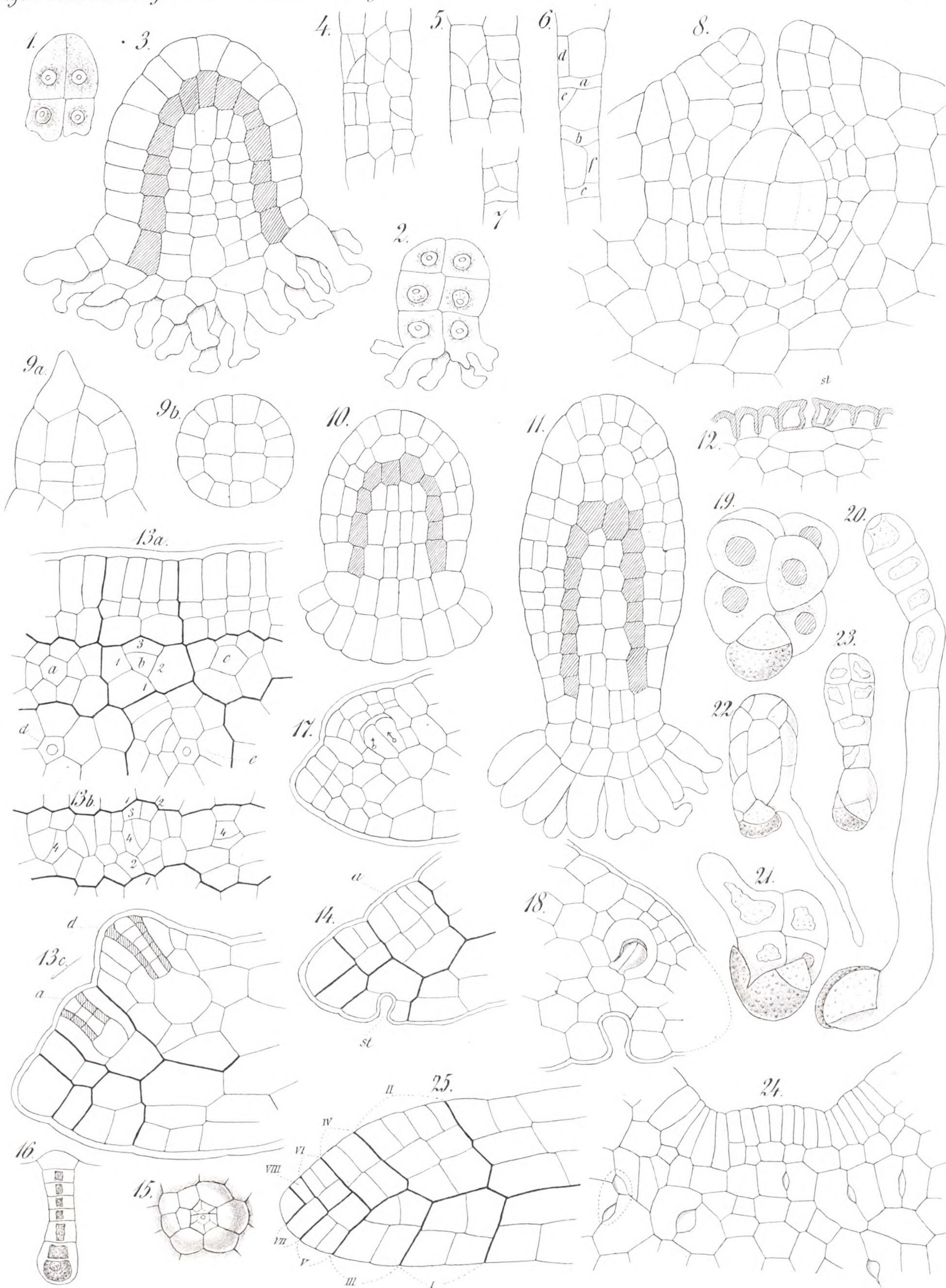
*N. Breutelii*.

- Fig. 6 (120). Stück einer Columella aus einer (ohne Stiel) 5 Mm. langen Kapsel, links daneben Querschnitte in verschiedener Höhe, unten einige sterile Zellen mit Verdickungsstreifen.



- Fig. 7. Entwicklung der Archegonien aus dorsalen Segmenten. Halb schematische Oberflächenansicht. Der schraffierte Theil entspricht der Umgrenzung der Innenzelle, die Theilungen innerhalb derselben (an den drei jüngeren in einer Querreihe stehenden Archegonien) gehören dem Deckelchen an. Die drei älteren Archegonien sind nur angedeutet.
- Fig. 8 (350). Das in der Fig. 7 links gelegene Archegon im verticalen Längsschnitte gesehen. s: dorsales Segment, i: dessen erste Innenzelle; c: Centralzelle des Archegons, h: seine Halszellen, d: die beiden Zellen des Deckelchens.
- Fig. 9 (350). Ein ähnliches Präparat; die Bezeichnungen wie in der früheren Figur.
- Fig. 10 (850). Partie einer columellalosen Kapsel an ihrem Uebergange in den Stiel.  
a: im Querschnitte. Die Einstellung ist etwas unter der wirklichen Schnittfläche genommen, da unmittelbar an derselben die inneren Zellen schon aus ihrem Verbande gelöst waren, das Zellnetz daher nicht mehr sichtbar war.  
b: im axilen optischen Längsschnitte, von der in Fig. a dargestellten Querschnittfläche an nach dem Grunde zu.
- Fig. 11 (350). Junges Sporogon (vgl. Taf. IV, Fig. 9).  
a: im optischen Längsschnitte,  
b und c: Querschnitte; die Höhen, in welchen sie liegen, sind durch ihre Durchmesser gegeben.
- Fig. 12 (120). Stück einer Columella von *N. fertilis* (daneben links, Sporen und freie sterile Zellen).
- Fig. 13 (120). Aehnliches Präparat von *N. valvata*.
- Fig. 14 (120). Stücke zweier Columellen aus verschiedenen (unreifen) Kapseln von *N. melanospora*. Die Zellen unverdickt.
- Fig. 15/16 (200). Spaltöffnungen an der Ventralseite des Laubes von *N. valvata*.
- Fig. 17 (20). Ein Thallusstück von *N. fertilis* mit einer Zwergkapsel.
- Fig. 18 (20). Laubstück mit einer Frucht von *N. valvata*.
- Fig. 19 (20). Laub mit normal entwickelten der Reife nahen Früchten von *N. fertilis*. (Man vergleiche die in Fig. 17 bei gleicher Vergrößerung gezeichnete Zwergkapsel gleichen Alters.)



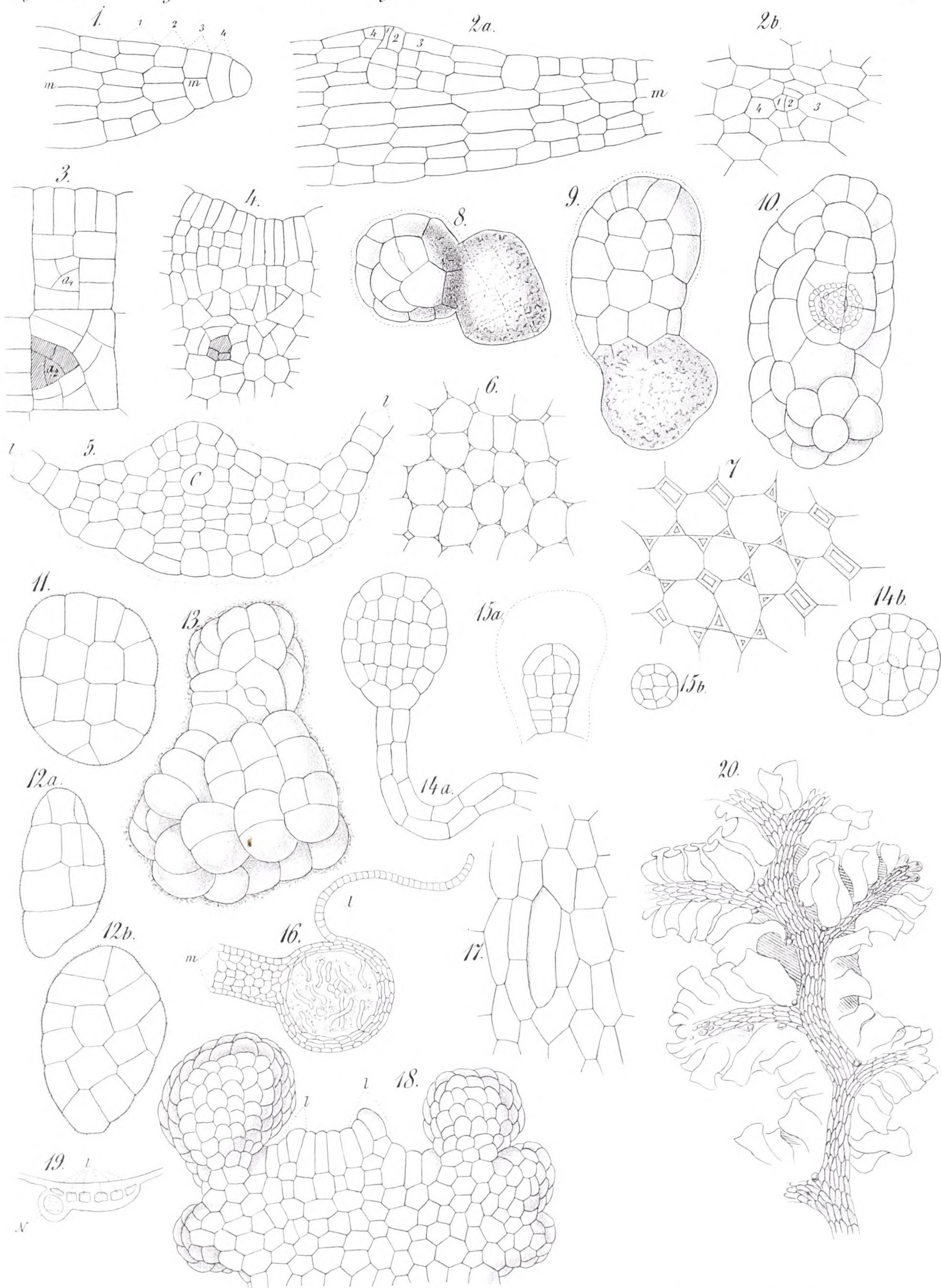


Anthoceros.









Leitgeb gez.

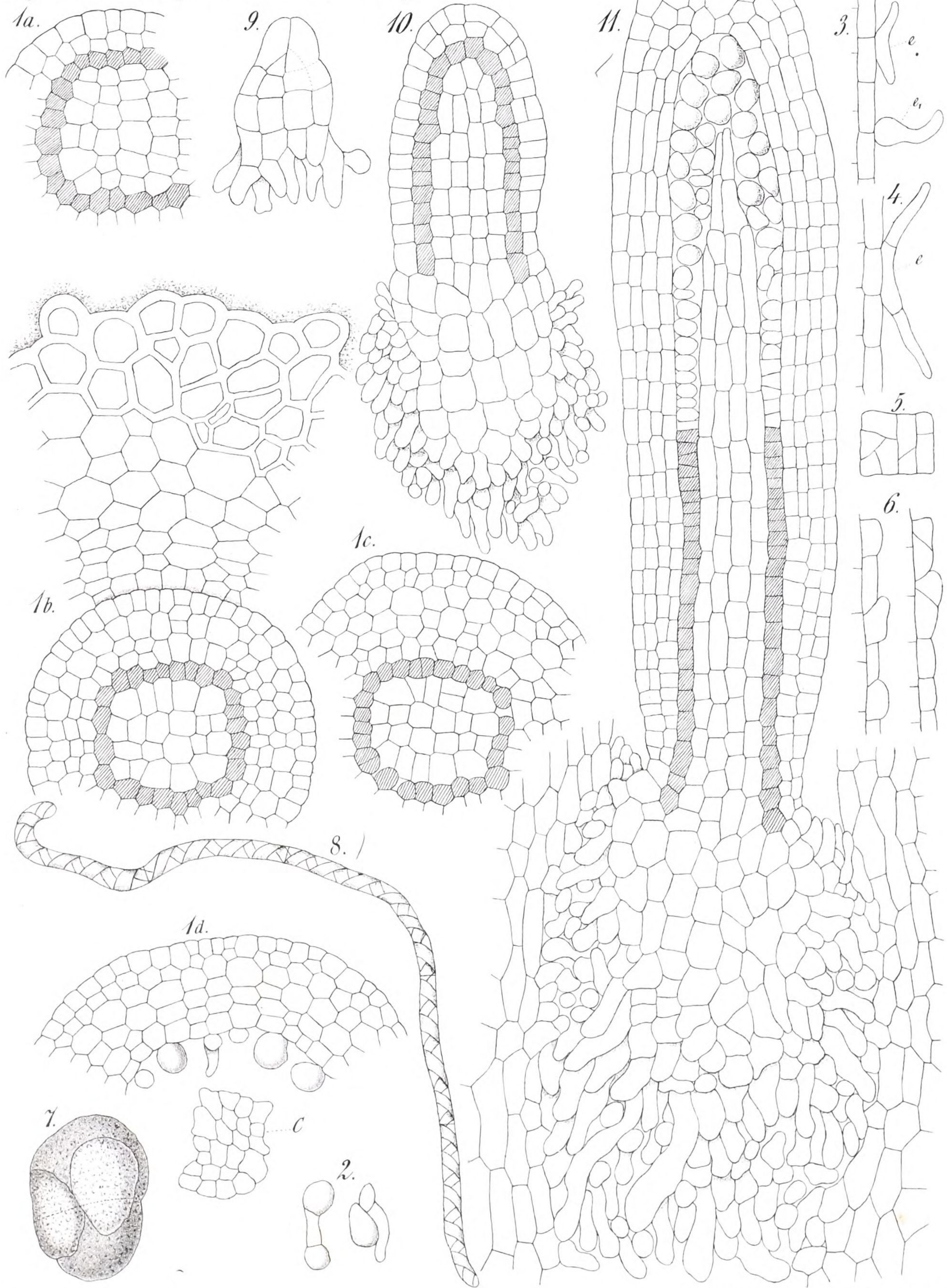
*Dendroceros*.

Lit. v. Th. Schneider's We u. Presuhn, Graz.









Leitgeb. gez.

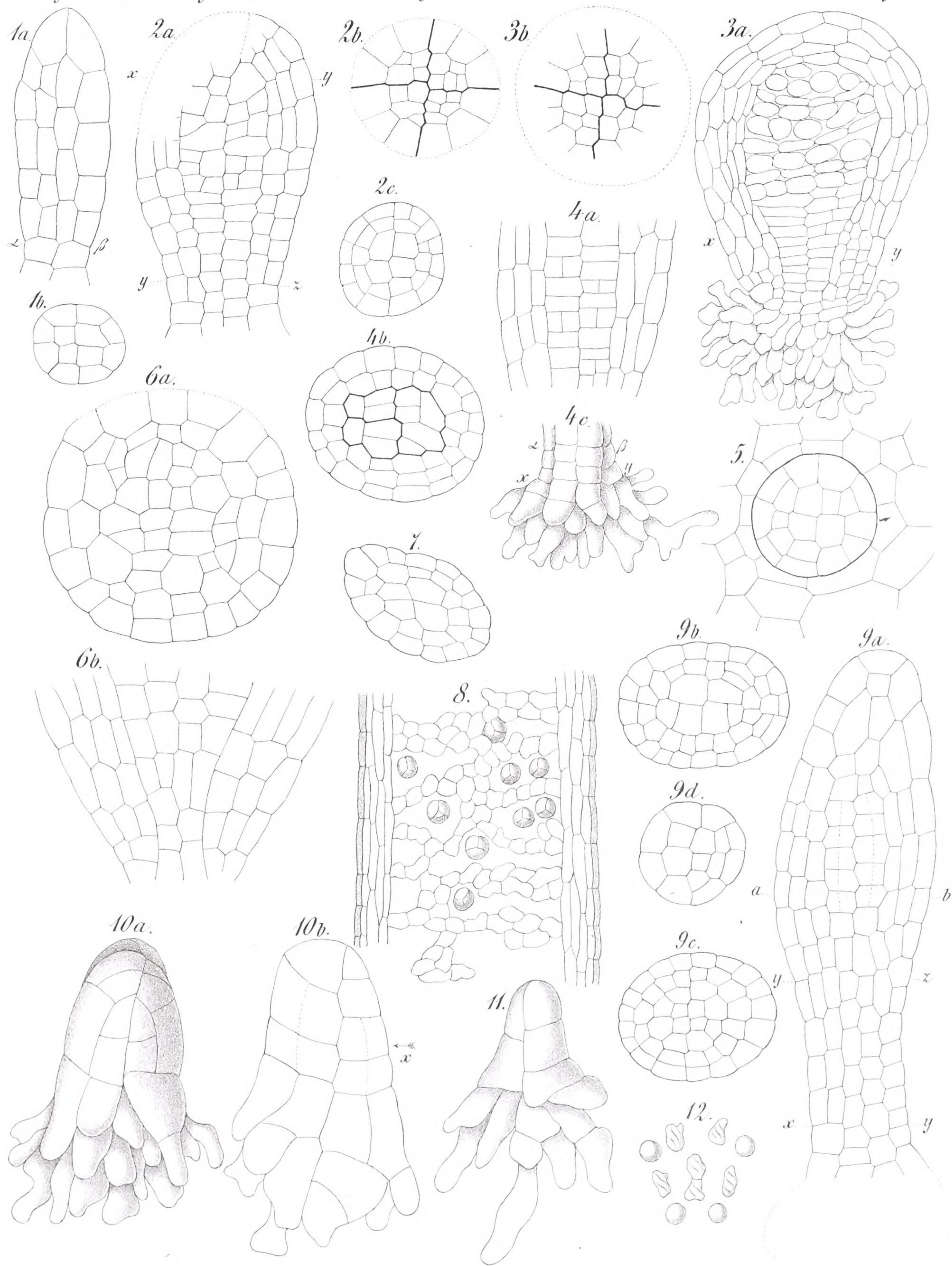
Dendroceros.

Lit v. Th. Schneider's We.u. Presuhn, Graz.









*Leitgeb gez.*

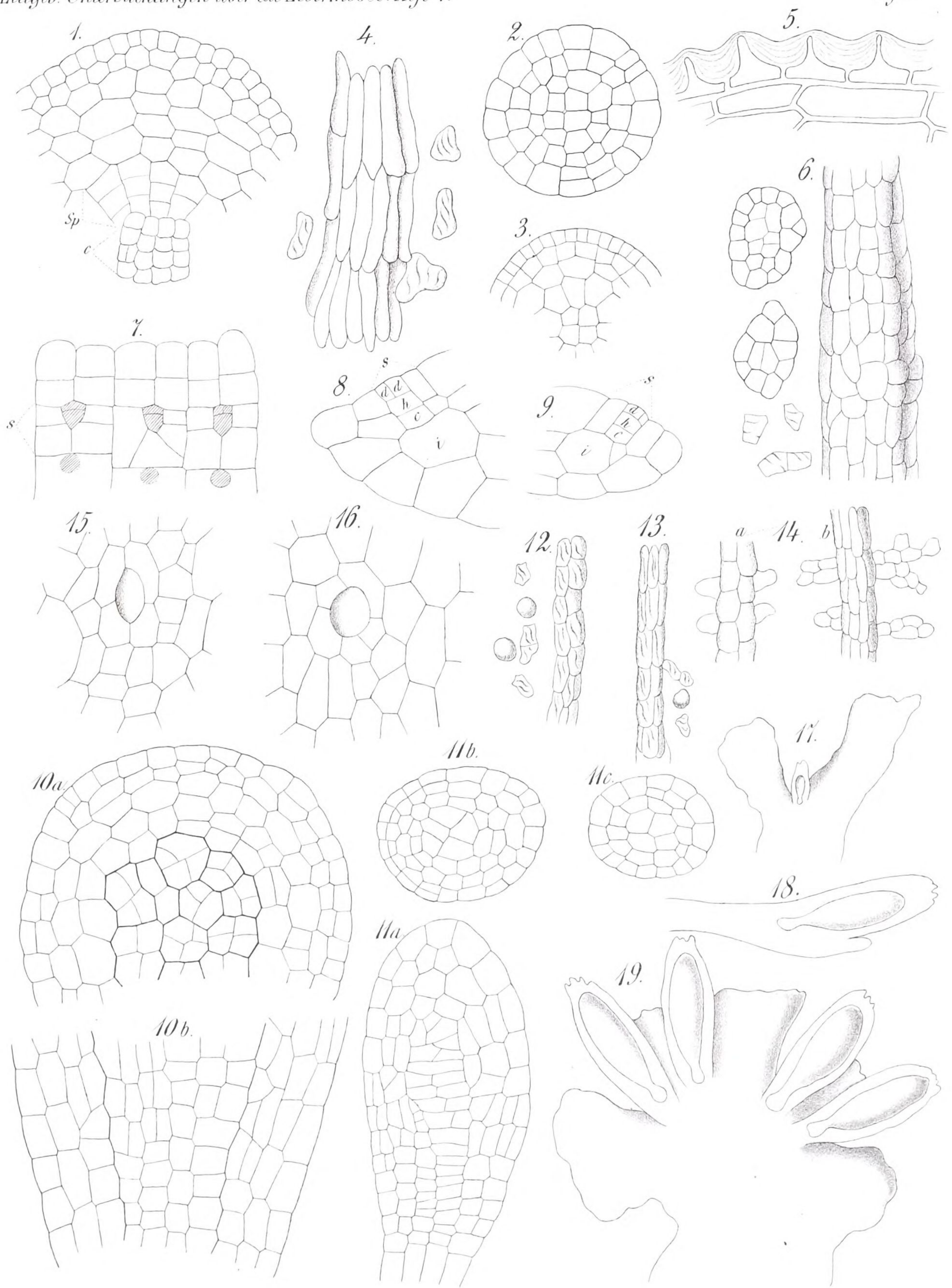
Notothylas.

*Lit.v.Th. Schneider's We.u.Presuhn, Graz.*









Leitgeb. gez.

Notothylas.

Lit. v. Th. Schneider's W. u. Presuhn, Graz.











## VERLAG VON LEUSCHNER & LUBENSKY

k. k. Univ.-Buchhandlung in Graz.

EBNER, Prof., V. von, Die acinösen Drüsen der Zunge und ihre Beziehungen zu den Geschmacksorganen. 4. Mit zwei lithographirten Tafeln. Preis Ö.W. fl. 2.80 oder M. 5.60.

KUNDRAT, Prof., Dr. H., Die Selbstverdauungs-Processe der Magenschleimhaut. Gr. 8. Preis 60 kr. oder M. 1.20.

LEITGEB, Prof., H., Zur Morphologie der Metzgeria furcata. Mit zwei Tafeln. Preis 60 kr. oder M. 1.20.

LEITGEB, Prof., H., Untersuchungen über Lebermoose. Heft IV. Die Riccieen. Mit neun lithogr. Tafeln. Preis fl. 8.— oder M. 16.—.

SCHMIDT, Prof., Dr. O., War Goethe ein Darwinianer? Mit einer Vorrede an Ernst Hæckel in Jena. Kl. 8. Preis 20 kr. oder 40 Pf.

UNGER, Dr. Franz, Geologie der europäischen Waldbäume. I. Heft: Laubhölzer. Mit einer lithogr. Tafel. II. Heft: Nadelhölzer. Mit zwei Tafeln. à Heft fl. 1.20 oder M. 2.40.





Leitgeb, Hubert,

Untersuchungen über die Lebermoose

Bd.: 5

Jena 1879

4 Phyt. 196 d-4/6

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11384393-2